



*Instituto de Investigaciones  
de la Amazonía Peruana*

**BIODAMAZ**

**Perú - Finlandia**

**MACROUNIDADES AMBIENTALES EN LA  
AMAZONÍA PERUANA CON ÉNFASIS EN  
LA SELVA BAJA: PRIMERA APROXIMACIÓN  
A MANERA DE HIPÓTESIS DE TRABAJO**



Documento  
Técnico  
Nº 13

**SERIE IIAP - BIODAMAZ**  
**Iquitos - Perú**

# MACROUNIDADES AMBIENTALES EN LA AMAZONÍA PERUANA CON ÉNFASIS EN LA SELVA BAJA: PRIMERA APROXIMACIÓN A MANERA DE HIPÓTESIS DE TRABAJO

## DOCUMENTO TÉCNICO N° 13

Instituciones ejecutoras:



Instituto de  
Investigaciones de la  
Amazonía Peruana



Universidad de  
Turku, Finlandia



BIOTA BD

Biota BD Oy,  
Finlandia

Institución colaboradora:



**UNAP**  
IQUITOS  
PERU

Universidad Nacional de  
la Amazonía Peruana

BIODAMAZ, Perú - Finlandia  
Proyecto Diversidad Biológica de la Amazonía Peruana

**Comité Editorial**

Víctor Miyakawa Solís  
José Álvarez Alonso  
Filomeno Encarnación Cajañahupa  
Jorge Gasché  
Víctor Montreuil Frías  
Erasmus Otarola Acevedo

**Fotografías**

Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana

El presente documento ha sido realizado con financiamiento del Ministerio de Relaciones Exteriores de Finlandia y del Gobierno del Perú, a través del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - IIAP, en el marco del Convenio de Cooperación Técnica Internacional entre Perú y Finlandia: Proyecto Diversidad Biológica de la Amazonía Peruana - BIODAMAZ.

© 2004, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - IIAP  
Proyecto Diversidad Biológica de la Amazonía Peruana - BIODAMAZ  
Av. Abelardo Quiñones km 2.5  
Apto. 784 - Teléfonos: (065) 264060 - 265515 - 265516 Fax: (065) 265527  
Iquitos - Perú  
Correo electrónico: [biodamaz@iiap.org.pe](mailto:biodamaz@iiap.org.pe)  
<http://www.iiap.org.pe/biodamaz>

ISBN N° 9972-667-20-0

Hecho el depósito legal N° 1501222005-0384

**Imprenta:**

Dominius Publicidad  
Telf.: (511) 4450735  
[dominius@infonegocio.net.pe](mailto:dominius@infonegocio.net.pe)

Los textos pueden ser utilizados total o parcialmente citando la fuente.  
Hecho en el Perú



## INDICE

Presentación.....	5
Resumen Ejecutivo.....	7
Executive Summary.....	9
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. MARCO TEÓRICO	
1. Factores ambientales y diversidad biológica.....	15
2. Clasificación del ambiente natural.....	16
3. El ambiente amazónico peruano.....	19
III. MARCO METODOLÓGICO	
1. Nivel de detalle.....	27
2. Las fuentes de información.....	27
3. Metodología para la identificación de las Macrounidades ambientales.....	29
IV. CARACTERIZACIÓN DE LAS MACROUNIDADES AMBIENTALES	
1. Identificación de las macrounidades ambientales.....	35
2. Descripción de las macrounidades ambientales.....	36
V. CONCLUSIONES.....	51
VI. BIBLIOGRAFÍA GENERAL.....	53
EQUIPO TÉCNICO DEL PROYECTO.....	59





## PRESENTACIÓN

Nuestro conocimiento sobre la Amazonía Peruana aumenta cada día a través de estudios e inventarios físicos, biológicos y socioeconómicos. Cada vez tenemos un panorama más interpretado sobre la naturaleza y la población amazónica. Reconocemos que el panorama sigue con muchos vacíos de información y con incertidumbre sobre su claridad. A través de esfuerzos científicos y técnicos se trata de tener cada día menos vacíos y más certezas sobre las particularidades presentes en nuestro entorno.

En los últimos años los resultados de estudios científicos han demostrado que la Amazonía Peruana es un espacio muy heterogéneo, compuesto de diferentes tipos de ambientes. En la planificación del uso de la tierra y en el ordenamiento territorial es importante reconocer esta heterogeneidad. Para facilitar el entendimiento y manejo de la heterogeneidad ambiental amazónica se tratan de clasificar grandes extensiones de áreas en diferentes unidades ambientales a través de las herramientas, Zonificación Ecológica Económica. Se identifican unidades relativamente homogéneas según criterios físicos y biológicos, y se levanta un mapa que demuestra la distribución geográfica y extensión de cada área homogénea. Cada unidad ambiental tiene sus potenciales y limitaciones según las cuales se puede planificar el uso de las unidades a escala macro. Por cierto, cada unidad presenta diferentes ambientes a escalas más detalladas, pero una clasificación de unidades ambientales a escala macro que cubre toda la Amazonía Peruana es una herramienta valiosa para la planificación del uso de la tierra.

La información sobre patrones ambientales es un aspecto fundamental en los ejercicios de planificación de desarrollo. Un reto particular es hacer este desarrollo sostenible y beneficiar a la sociedad amazónica a largo plazo. Para esto es importante realizar la planificación según los potenciales y limitaciones que cada unidad ambiental presenta, tomando en cuenta su valor para la conservación de la diversidad biológica, su particularidad y su uso potencial para actividades humanas productivas, tales como uso forestal o agropecuario, o para expansión urbana o industrial. Solamente con planificación basada en información actualizada, correcta y espacialmente ordenada sobre el ambiente y los recursos naturales se puede llegar a un desarrollo sostenible, beneficioso y equitativo.

En este contexto, el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana IIAP, la empresa de consultorías ambientales, Biota BD Oy de Finlandia, y la Universidad de Turku de Finlandia, en el marco del Convenio Perú-Finlandia, proyecto Diversidad Biológica de la Amazonía Peruana (BIODAMAZ), han contribuido con el documento Macrounidades ambientales en la Amazonía Peruana con énfasis en la selva baja: Primera aproximación a manera de hipótesis de trabajo. Este documento identifica de manera preliminar grandes patrones de unidades ambientales presentes en la Amazonía Peruana basados en vegetación, clima, hidrografía, geomorfología y geología, con el fin de que este conocimiento sea utilizado en la Zonificación Ecológica Económica, que es una tarea pendiente y sirve como una herramienta para alcanzar un uso racional y sostenible de la tierra y sus recursos.

***Dennis del Castillo Torres***  
*Presidente*  
*Instituto de Investigaciones de la*  
*Amazonía Peruana*

***Kimmo Pulkkinen***  
*Embajador de Finlandia*





## RESUMEN EJECUTIVO

Para una adecuada gestión del espacio amazónico, se requiere, entre otros aspectos, de información sobre las potencialidades y limitaciones del territorio, y de sus recursos naturales, de forma que los procesos de ocupación ordenada y uso sostenible del territorio se realicen bajo un patrón de sostenibilidad. La Ley N° 26821, Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales, reconoce a la Zonificación Ecológica Económica (ZEE) como un instrumento importante para lograr este propósito.

En el marco del proyecto Diversidad Biológica de la Amazonía Peruana (BIODAMAZ), en su Fase I (1999-2002; Fase II en ejecución 2003-2007), se realizaron diversas actividades con el propósito de fortalecer el proceso de la ZEE en la Amazonía Peruana. El proyecto BIODAMAZ es un convenio entre el Perú y Finlandia implementado por el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), como la contraparte nacional, y por la contraparte finlandesa que es un consorcio formado por la empresa finlandesa de consultorías ambientales, Biota BD Oy, y la Universidad de Turku. Como parte de estas actividades del proyecto se elaboró un mosaico de imágenes de satélite Landsat TM de la región, un mapa de diversidad de vegetación basado en el mosaico, y una metodología para evaluar la diversidad biológica, utilizando especies indicadoras relacionadas a las características espectrales de las imágenes de satélite. El presente trabajo sobre la identificación de macrounidades ambientales de la Amazonía Peruana, con énfasis en la selva baja, es también parte de estas actividades.

En el proceso de formulación de propuestas de ZEE existen dos fases: 1) identificar unidades geográficas, relativamente homogéneas, utilizando criterios físicos y biológicos (Unidades Ambientales o Ecológicas), e integradas a criterios socioeconómicos (Unidades Ecológicas Económicas); y 2) evaluar estas unidades homogéneas con diversos criterios de uso sostenible. Aquí se presenta el avance obtenido hasta la fecha en la identificación de Unidades Ambientales o Unidades Ecológicas. Debido a las limitaciones de recursos humanos, financieros y de tiempo, así como a la escasa información biofísica existente de la región amazónica peruana, esta versión debe ser considerada como una primera aproximación a manera de hipótesis de trabajo.

Para la identificación y mapeo de las unidades ambientales en la Amazonía Peruana, es importante considerar el nivel de detalle en el trabajo, tanto espacial como temático. Un criterio sumamente importante es considerar la escala en la que se presentan los resultados del trabajo. En este caso se ha utilizado la escala 1:1 000 000, donde los temas a presentarse en el mapa no tienen extensiones menores de algunas decenas de kilómetros en el campo. Por ejemplo, las colinas individuales no son significativas a esta escala, sin embargo es apropiado identificar grandes paisajes, que presentan ciertos tipos de colinas. Por lo tanto, esta aproximación se ha desarrollado a nivel macroespacial (macrounidad ambiental), tratando de identificar grandes rasgos físicos y biológicos en la Amazonía Peruana, particularmente en la selva baja. Las fuentes de información utilizadas en la identificación de macrounidades ambientales fueron: imágenes de percepción remota, mapas temáticos, datos del campo y conocimiento científico.

La uniformidad temática en la identificación de las unidades ambientales es un aspecto adicional que debe ser considerado en la Amazonía. A nivel macro, las unidades "relativamente homogéneas" por identificar no necesariamente representan una sola lógica de interpretación en toda la región. Algunas áreas son muy particulares en su naturaleza, mientras que en otras partes la identificación de las unidades ambientales se basa en otros criterios. Por ejemplo, el Abanico de Pastaza, por sus características sedimentarias de origen volcánico, puede ser considerado como una unidad a escala macro, debido a que posee patrones ambientales y vegetales diferentes del resto de la llanura de inundación de la Amazonía del Perú. A escala micro esta región contiene diversas unidades ambientales y vegetales al nivel del paisaje.

Representando la combinación de distintos temas ambientales, la identificación de las unidades ambientales no puede ser absolutamente objetiva, más bien es una síntesis de opiniones, compromisos y razonamientos de diversas personas y necesidades de la sociedad. Se considera que no es posible interpretar las unidades ambientales de manera absolutamente definida, más bien cada interpretación refleja condiciones y razonamientos relacionados con la fecha de su elaboración. Por lo tanto, es importante garantizar que la



base de información y los paradigmas científicos considerados en la interpretación, siempre deben estar bien elaborados y documentados, facilitando así una nueva interpretación de las macrounidades ambientales en el futuro. Con base en la interpretación del mosaico de imágenes de satélite Landsat TM, se elaboró un mapa geomorfológico, a escala de trabajo de 1: 250 000, sin verificación de campo, considerando sólo la experiencia del equipo de trabajo. Este mapa sirvió de base para identificar, preliminarmente, las macrounidades ambientales, en combinación con los siguientes criterios:

- Vegetación, para diferenciar zonas con pacionales, pantanos y pajonales;
- Clima, para diferenciar patrones de precipitación;
- Hidrografía, para diferenciar las llanuras de inundación de ríos de origen andino y de origen amazónico;
- Geología, para diferenciar espacios por su característica litoestratigráfica.

En forma preliminar y basada en estos criterios, se identificaron 20 macrounidades ambientales en todo el ámbito de la Amazonía Peruana.

Basado en el proceso de elaboración de la primera aproximación de identificación de las macrounidades ambientales de la Amazonía Peruana, se concluye que ésta presenta regiones biogeográficas con características ambientales y vegetales muy particulares a escala macro, en consecuencia de los factores particulares del clima, la topografía y la geología. Sin embargo, es necesario profundizar las interpretaciones de las macrounidades ambientales, particularmente su base científica y su distribución geográfica, a través de estudios de campo para verificarlas. Es importante también establecer un banco de datos que incluya todos los materiales considerados en las interpretaciones, y metadatos sobre ellos, para facilitar una revisión posterior de cualquier interpretación, según la necesidad. Es fundamental que esta información sea accesible y disponible para los planificadores y tomadores de decisiones para que los patrones de las macrounidades ambientales y los condicionantes que cada unidad presenta para el desarrollo de la región estén considerados en el proceso de la ZEE y en cualquier otro esfuerzo de planificación u ordenamiento territorial para asegurar el uso sostenible de la tierra.



## EXECUTIVE SUMMARY

Sustainable land use requires information on potentials and limitations that the land and natural resources present. This is recognised in the Law on Sustainable Use of Natural Resources, Law N° 26821, which acknowledges the Ecological and Economic Zoning as an important tool to achieve this goal.

In the framework of the project Biological Diversity of Peruvian Amazonia (BIODAMAZ), Phase I (1999-2002; Phase II is being implemented 2003-2007), many activities were conducted to strengthen the Ecological and Economic Zoning in Peruvian Amazonia. The project BIODAMAZ is a technical cooperation project between Peru and Finland, implemented by the Research Institute of Peruvian Amazonia (*Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana*, IIAP) as the national counterpart, and by a consortium formed by the environmental consulting company, Biota BD Oy, and the University of Turku, as the Finnish counterpart. As part of these project activities a mosaic of satellite images (Landsat TM), a map of vegetation diversity based on the mosaic, and an evaluation methodology for biodiversity based on the use of indicator species and satellite image characteristics were developed and produced. The present work on the identification of large scale environmental units of Peruvian Amazonia, especially in lowland Amazonia, is part of these activities.

There are two phases in the formulation of proposals of Ecological and Economic Zoning: 1) to identify geographical units that are relatively homogenous, using physical and biological criteria (environmental or ecological units) and to integrate socio-economic criteria to these (ecological economic units); and 2) to assess these homogenous units with criteria of sustainable use. Here advances achieved in identification of environmental or ecological units are presented. Due to human, financial and time limits and lack of physical and biological information on Peruvian Amazonian region, this version is to be considered as the first approximation that presents a working hypothesis.

For identification and mapping of environmental units in Peruvian Amazonia, it is important take into account the degree of spatial and thematic detail in the work. One exceedingly important factor is the scale of presentation of results. In this case a scale of 1:1 000 000 was used; at this scale patterns that have an extension smaller than some tens of kilometres in the field are not shown. For example, individual hills are not significant at this scale; however, large landscapes extensions that present different hill types can be identified. Thus, this first approximation was produced at a macro spatial scale (large scale environmental units) in order to identify large scale physical and biological patterns in Peruvian Amazonia, especially in lowland Amazonia. The information sources in identification of large scale environmental units were: remote sensing images, thematic maps, field data, and scientific knowledge.

Thematic uniformity in identification of environmental units is another factor that needs to be taken into account in Amazonia. At macro level, identifying the “relatively homogenous” units does not necessarily represent the same logic of interpretation in the entire region. Some areas are unique by their nature while in others identification is based on other criteria. For example, the Pastaza Fan, due to the volcanic sediments present in the area, can be considered as a unit at macro scale as it possesses environmental and vegetation patterns that differ from the rest of the floodplains in Peruvian Amazonia. At landscape (micro) scale this region encloses different environmental and vegetation units.

As the identification of environmental units represents a combination of different environmental aspects, it cannot be absolutely objective; rather it is a synthesis of opinions, compromises and reasoning of different persons and necessities of the society. It is not possible to identify environmental units in a definitive manner as each interpretation reflects conditions and reasoning of the moment that the interpretation was made. Thus it is important to guarantee that the information base and scientific paradigms considered in the interpretation are always well done and documented, making any new interpretation of large scale environmental units possible in the future.

On the basis of interpretation of Landsat TM satellite image mosaic, a geomorphological map (scale 1:250 000) was produced relying on the experience of the work team, without

field verification. This map was the basis to identify in a preliminary manner the large scale environmental units, in combination with the following criteria:

- Vegetation, to differentiate areas with native bamboo, swamp and wetland vegetation, and periodically inundated areas;
- Climate, to differentiate precipitation patterns;
- Hydrography, to differentiate floodplains of rivers originating in the Andes and of those originating in Amazonia;
- Geology, to differentiate area with different litostratigraphical characteristics.

In this first approximation and based on these criteria, 20 large scale environmental units were identified in Peruvian Amazonia.

Based on the process of the first approximation of identification of large scale environmental units of Peruvian Amazonia, it is concluded that Peruvian Amazonia harbours biogeographical regions that have very particular environmental and vegetation characteristics at macro regional scale due to unique climatic, topographic and geological conditions. However, it is necessary to strengthen the knowledge on the environmental units, especially their scientific interpretation and geographical distribution, through field studies. It is important also to establish a data bank that includes all the material used in the interpretation and their metadata, in order to facilitate a later revision of any identification should a need arise. It is crucial that this information is accessible and available for the use of planners and decision-makers so that patterns of environmental units and their potentials and limitations for regional development are taken into account in the Ecological and Economic Zoning and in any other planning exercise or land use strategy in order to guarantee sustainable land use.



## INTRODUCCIÓN

Para una adecuada gestión del espacio amazónico, se requiere, entre otros aspectos, de información sobre las potencialidades y limitaciones del territorio y de sus recursos naturales, de forma que los procesos de ocupación ordenada y uso sostenible del territorio se realice bajo un patrón de sostenibilidad. El Artículo 11 de la Ley N° 26821, Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales, reconoce a la Zonificación Ecológica Económica (ZEE) como un instrumento importante para lograr este propósito. En este marco, el Gobierno Central, mediante Decreto Supremo N° 045-2001-PCM, declara de interés nacional el ordenamiento territorial ambiental en todo el país, así como también, indica que la ZEE sirve de marco de referencia espacial para los planes sectoriales y regionales y para la promoción y orientación de la inversión privada.

El IIAP viene contribuyendo con la implementación del proceso de ZEE en la Amazonía Peruana, a través de la ejecución de proyectos concertados con diversos organismos de desarrollo regional. La macrozonificación ecológica económica de toda la Amazonía es una de sus metas fundamentales para el mediano plazo.

En el marco del Convenio Perú-Finlandia, proyecto Diversidad Biológica de la Amazonía Peruana (BIODAMAZ), se han realizado diversas actividades con el propósito de fortalecer la base científica del IIAP, en apoyo a la ZEE de la Amazonía. Se ha elaborado un mosaico de imágenes de satélite Landsat TM (*Thematic Mapper*) de la región (BIODAMAZ 2004c), así como un mapa de diversidad de vegetación (BIODAMAZ 2004a) y la metodología para evaluar la diversidad biológica, utilizando especies indicadoras relacionadas a las características espectrales de las imágenes de satélite (BIODAMAZ 2004b). El presente trabajo sobre la identificación de macrounidades ambientales de la Amazonía Peruana, con énfasis en la selva baja, es parte de esta cooperación. Los productos cartográficos están disponibles en el Internet a través del Sistema de Información de la Diversidad Biológica de la Amazonía Peruana SIAMAZONIA ([www.siamazonia.org.pe](http://www.siamazonia.org.pe)).

El presente trabajo ha sido elaborado en el marco del proyecto BIODAMAZ, Perú-Finlandia, en su Fase I. Dicho proyecto de cooperación técnica tiene su origen en un convenio entre los gobiernos del Perú y de Finlandia cuya ejecución en su Fase I tuvo lugar del 1999 al 2002; la Fase II se encuentra en ejecución actualmente (2003-2007). El objetivo general del proyecto en la Fase I fue la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica amazónica y su propósito fue brindar instrumentos de gestión y metodologías de investigación para el manejo sostenible de la diversidad biológica de la Amazonía Peruana. A través de estas acciones el proyecto últimamente aspiró a asistir al desarrollo socioeconómico sostenible de la Amazonía Peruana. El objetivo incluyó apoyar al país en el desarrollo de herramientas de gestión ambiental, por ejemplo, a través de la elaboración de la estrategia para la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica de la región amazónica; el desarrollo de metodologías de investigación y evaluación de la diversidad biológica de la Amazonía Peruana, con el objetivo de contribuir a mejorar su conocimiento y uso en los procesos de planificación; y el fortalecimiento de capacidades y de la colaboración y comunicación interinstitucional e intersectorial en este campo. La contraparte nacional del proyecto BIODAMAZ es el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). La contraparte finlandesa en la ejecución del proyecto es un consorcio formado por la empresa finlandesa de consultorías ambientales, Biota BD Oy, y la Universidad de Turku. La Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP) ha colaborado en numerosas formas durante la ejecución del Proyecto.

Desde el punto de vista técnico, existen dos fases bien marcadas en el proceso de formulación de propuestas de ZEE: la primera está referida a identificar unidades geográficas, relativamente homogéneas, utilizando criterios físicos y biológicos (Unidades Ambientales o Ecológicas), e integradas a criterios socioeconómicos (Unidades Ecológicas Económicas); y la segunda corresponde a la evaluación de estas unidades homogéneas con diversos criterios de uso sostenible.

En este trabajo se presenta el avance obtenido hasta la fecha en la primera fase de este proceso: identificación de Unidades Ambientales o Unidades Ecológicas. Debido a las limitaciones de recursos humanos, financieros y de tiempo, así como a la escasa información biofísica existente de región amazónica peruana, esta versión debe ser considerada como una primera aproximación a manera de hipótesis de trabajo.

Esta publicación tiene tres grandes bloques temáticos: el marco teórico (Capítulo 2), el marco metodológico (Capítulo 3) y la descripción de las macrounidades ambientales identificadas en la Amazonía Peruana (Capítulo 4). Los dos primeros capítulos resumen la información presentada en el Documento Técnico N° 05 de la Serie BIODAMAZ-IIAP: Marco teórico y metodológico para identificar unidades ambientales en la selva baja peruana (BIODAMAZ 2004d). El mapa de macrounidades ambientales se presenta a escala de 1:1 000 000.



## **Marco Teórico**



Para identificar Unidades Ambientales en la Amazonía Peruana, es necesario conocer ciertas teorías que explican en cierta medida su diversidad ambiental. En tal sentido, a continuación se presenta un resumen del Documento Técnico N° 05 de la Serie BIODAMAZ-IIAP: Marco teórico y metodológico para identificar unidades ambientales en la selva baja peruana (BIODAMAZ 2004d).

## 1. FACTORES AMBIENTALES Y DIVERSIDAD BIOLÓGICA

Existen algunas teorías que explican la relación entre los factores ambientales y la diversidad biológica. La teoría darwinista sobre la evolución, menciona que en la naturaleza la selección natural opera en beneficio de los organismos que mejor se adaptan a las condiciones naturales; esto implica que cada organismo necesita determinadas condiciones ambientales para poder crecer y reproducirse. Sin embargo, existen factores históricos evolutivos que determinan, también, la composición de especies de una comunidad biológica particular. Así mismo, el hombre tiene una influencia muy grande en la distribución de algunas especies, ya sea por la explotación irracional, por la destrucción de su hábitat o por la introducción de especies no nativas.

Con la expresión “patrones de diversidad”, se llama la atención sobre la presencia de diferentes tipos de hábitats en la naturaleza, y su contribución al número de especies. Para ilustrar el tema, se presenta la distinción de tres componentes espaciales de la diversidad biológica: la diversidad dentro de un hábitat (diversidad  $\alpha$ ), la diversidad entre hábitats diferentes (diversidad  $\beta$ ), y la diversidad entre regiones diferentes (diversidad  $\gamma$ ). En la Amazonía, la mayoría de los bosques presentan alta diversidad  $\alpha$ , la presencia de diferentes tipos de bosque en las mismas regiones contribuye a la diversidad  $\beta$  y las diferencias en la composición florística entre Loreto y Madre de Dios, por ejemplo, es una reflexión de la diversidad  $\gamma$ . El número total de especies en la Amazonia es la suma de todas las especies en la región y es mayor que el número de especies en cualquier de sus sub-regiones.

Los bosques tropicales presentan el mayor número de diferentes especies de plantas y animales entre los ecosistemas terrestres. Esto implica que la diversidad  $\alpha$  es muy elevada en estos ecosistemas, sin embargo también los componentes  $\beta$  y  $\gamma$  de la diversidad biológica cumplen un papel importante. Gentry & Ortiz (1993) manifiestan que las áreas con la máxima diversidad de plantas en las selvas peruanas se dan en las tierras bajas, con suelos relativamente ricos a intermedios, alta precipitación anual y/o poco estrés de estación seca, y complejos de diferentes substratos.

Para comprender estos patrones de diversidad biológica relacionados con la diversidad ambiental, la ecología del paisaje nos proporciona algunas teorías sobre el particular:

Las propiedades generales que caracterizan, estructural y funcionalmente, a un paisaje pueden ser clasificadas en diferentes maneras, por ejemplo según Gonzáles-Bernaldez (1981, citado por Etter 1990), son:

**La propiedad equipotencial:** Esta propiedad se origina en las variaciones latitudinales y altitudinales, que determinan las condiciones climáticas generales y que, a su vez, generan las características de zonalidad.

**La propiedad vectorial:** Esta propiedad es la que define, en forma general, las toposecuencias o asociaciones de relieve de las diferentes geofomas, las cuales determinan comportamientos o patrones repetitivos predecibles.

**La propiedad celular:** Es la propiedad que, por lo general, crea los límites de tipo mas abrupto en el paisaje. Esta propiedad se origina en las discontinuidades de los patrones de distribución del sustrato (litología, hidrología, suelos) debidos a intrusiones, deposiciones, drenaje, entre otros. Estos determinan las características de azonalidad e intrazonalidad.

Cualquier paisaje se caracteriza por los diferentes hábitats y especies asociadas con los mismos, ligera o estrictamente. Considerando la distribución espacial de estos hábitats, o elementos en el paisaje, se puede encontrar tres tipos básicos de ellos (Forman & Gordon 1986):



**Elementos tipo parche (mancha)**, los cuales se definen como superficie no lineal, de tamaño variable, que difiere fisionómicamente de sus alrededores, y que posee un grado de homogeneidad interno. Los parches varían de acuerdo con su tamaño, forma, tipo, heterogeneidad y sus características de borde. Estas características tienen un efecto marcado sobre la diversidad biológica.

**Elementos tipo corredor**, los cuales presentan una franja angosta y alargada, y dirección variada, que atraviesa una matriz y difiere de ella. Las propiedades generales de los corredores en un paisaje son de unir o también separar elementos dentro de una matriz geográfica. Consecuentemente, un corredor puede permitir el flujo de materia, especies y energía a través del paisaje.

**Elementos tipo matriz**, los cuales son los elementos del paisaje que ocupa la mayor área relativa. En general podemos encontrar desde paisajes donde domina claramente un elemento matricial, con unos pocos parches y corredores diseminados, hasta aquellos compuestos casi enteramente por parches formando un mosaico muy complejo.

La distribución y la forma de los diferentes elementos del paisaje presentan aspectos muy importantes que deben ser considerados en los estudios sobre la diversidad biológica y ambiental, en la planificación del uso de la tierra y en la biología de la conservación. Como característica de la intervención humana, los ecosistemas naturales disminuyen cuando avanza el uso de las tierras por el hombre. En el llano amazónico, la matriz, originalmente formada por los bosques tropicales, típicamente se convierte en un paisaje agropecuario, provocando que algunas partes del bosque original se conviertan en corredores o parches dentro de un área no boscosa.

Estos cambios en la cobertura vegetal conducen a la fragmentación de los bosques. La fragmentación es definida como la división de un hábitat continuo en pedazos más pequeños y aislados, cuyo resultado es la reducción del área total de hábitat (pérdida de hábitat), la reducción del tamaño de los parches de hábitat y el aumento del aislamiento; los nuevos hábitats creados se vuelven barreras para unas especies y corredores para otras (Ecotono 1996).

Otro aspecto ecológico en el nivel del paisaje y, al mismo tiempo, un ejemplo de la amplia selección de teorías que deben ser consideradas en los estudios sobre la diversidad biológica, es la llamada dinámica de metapoblaciones (Gilpin & Hanski 1991). La idea principal es muy sencilla: si consideramos un paisaje que presenta diversas manchas (parches) de algún tipo particular de hábitat, ocupadas por una especie especializada al mismo, cada mancha tiene su población local de esta especie. Con el tiempo, pueden ocurrir fluctuaciones en el número de individuos en cada población local, hasta sufrir una extinción local debido a un factor particular, por ejemplo enfermedad. Sin embargo, la presencia de otras manchas en la región con poblaciones viables de la misma especie, hace posible que la mancha puede ser nuevamente colonizada por la misma especie. El conjunto de poblaciones locales que pueden interactuar de esta manera se denomina "metapoblación". Un aspecto central en la teoría de las metapoblaciones es que cada subpoblación local tiene su dinámica propia.

La teoría sobre la dinámica de metapoblaciones presenta diversas implicaciones muy sencillas. Por ejemplo, considerando el conjunto de manchas (parches) de varillales y chamizales que se presentan en las cercanías de Iquitos, el valor de su conservación puede ser evaluado a la luz de esta teoría. Estas manchas presentan especies de plantas y animales, cuya distribución está estrictamente asociada con este tipo de hábitat. Para conservar este grupo de especies especializadas, es importante que la conservación incorpore muchas de estas manchas (como ocurre en la Zona Reservada Allpahuayo-Mishana en las cercanías de la ciudad de Iquitos), y no sólo algunas, de forma que las metapoblaciones de estas especies puedan sobrevivir y disminuya el riesgo de su extinción. Para mantener una metapoblación viable es esencial mantener el intercambio de individuos entre los parches (es decir la migración entre parches) y evitar la fragmentación del bosque.

## 2. CLASIFICACIÓN DEL AMBIENTE NATURAL

El ambiente natural se caracteriza por patrones y gradaciones ambientales que ocurren en diferentes combinaciones, y pueden presentar diversos aspectos geográficos. Históricamente, los mismos aspectos pueden haber presentado otras características y patrones, y así cada localidad muestra su propia combinación de eventos históricos y condiciones ambientales actuales. A raíz de que los ecosistemas naturales y su distribución reflejan esta realidad, a los científicos siempre les interesa conocer los factores y procesos ambientales, tanto presentes como históricos, en sus estudios sobre alguna área y tema de interés para entender mejor la realidad existente.

Como consecuencia de estas circunstancias, a menudo los diferentes sistemas de clasificación vegetal y ambiental reflejan las costumbres locales, regionales o nacionales. Por eso, un ecosistema con iguales características ambientales y biológicas puede tener nombres diferentes en países vecinos. También los criterios considerados en la clasificación pueden variar considerablemente de un país a otro, así contribuyendo a la complejidad de las diferentes nomenclaturas aplicadas a la clasificación de la naturaleza. Un ejemplo concreto de este tipo de temática es la frontera internacional amazónica, donde los mapas temáticos producidos por los diferentes países cada uno reflejando las tradiciones nacionales de clasificación muchas veces no coinciden en las fronteras.

En muchas partes del mundo se ha visto conveniente establecer un sistema jerárquico para manejar información de las diferentes clases de ambientes y ecosistemas (Tabla 1).

**Tabla 1.** Comparación de la nomenclatura y jerarquía de algunos sistemas de clasificación de ecosistemas. *Modificado de: Bailey 1996.*

Australia	Gran Bretaña	Canadá	Rusia	Estados Unidos
Land system	Land zone	Ecoregión	Zone	Domain
Land unit	Land region	Ecodistrict	Province	Division
Land type	Land distric	Ecosection	Landscape	Province
Site	Land	Ecosite	Urochischa	Section
	system	Ecoelement	Facia	District
	Land type			Landtype
	Land phase			association
				Lantype
				Landtypephase
				Site

Los primeros esfuerzos de clasificación y cartografía ambiental en la Amazonía fueron hechos por los misionarios y naturalistas. Ellos presentaban en los mapas solo algunas características muy generales del paisaje, concentrando su mayor interés en las áreas cercanas y adyacentes a los ríos. Los mapas amazónicos quedaron muy superficiales en su naturaleza hasta la introducción de las nuevas tecnologías de percepción remota, particularmente las fotografías aéreas y las imágenes de radar y satelitales durante el siglo 20. Particularmente, en estas imágenes se observan características de la vegetación y del relieve. La disponibilidad de estas imágenes hizo posible el mapeo de los bosques tropicales según ambas características, y así en muchas partes de la Amazonía se las adoptaron como base para la clasificación forestal, tanto la cobertura vegetal como la geomorfología, por ejemplo, el tipo de colinas (Malleux 1971). Actualmente, la mayoría de los mapas temáticos disponibles sobre la Amazonía, ha sido producida por agencias de investigación y planificación nacionales, que han aplicado distintos criterios de clasificación, por ejemplo de biología, geomorfología y clima (RADAMBRASIL 1980, CUMAT 1985, ONERN 1986, INRENA 1994, 1995a, 1995b, 1996a).

La Tabla 2 presenta algunas propuestas generales de clasificación del ambiente amazónico en el Perú utilizando diversos criterios, dentro de las cuales se proponen unidades biológicas y físicas para la región. Estas clasificaciones, a menudo consideran influencias del clima, elevación, tipo del relieve, geología, hidrología y tipo de la cobertura vegetal. Por lo tanto, todas son derivadas de un rango de diferente información original siendo así productos sintéticos en su naturaleza.

Puesto que el conocimiento actual sobre la vegetación amazónica todavía es muy limitado, el rango de diferentes tipos del ambiente y de vegetación en la región se desconoce. Por lo tanto, es difícil definir los criterios de clasificación de los mismos. Como ejemplo de una clasificación más detallada a escala local, Encarnación (1993) reporta formaciones vegetales en Loreto, correlacionándolas con los topónimos y fitónimos locales, de las mismas, por ejemplo "supaichacra", "chamizal", "varillal", "yarinal", "bosques de restinga", "pungal" y "aguajal", entre otros. Prácticamente todas estas formaciones vegetales aparecen muy distintas en el campo, y están claramente relacionadas con las características de los suelos, inundación y drenaje. Más recientemente, Tuomisto *et al.* (1995) reportan la presencia de numerosos otros tipos de vegetación en el llano amazónico según las imágenes de satélite, y Shepard *et al.* (*en prensa*) han documentado 69 hábitats, definidos por características vegetales y 29 por características ambientales, que son reconocidos por los Matsigenka en el Parque Nacional Manu.

Siendo que el avance científico sobre los temas ambientales en la Amazonía, presenta un gran progreso durante los últimos años, consideramos que existe la demanda por el desarrollo de un sistema de clasificación que refleje estos logros. Actualmente, no se encuentra ningún sistema de clasificación que pueda cumplir este requisito, sin mayores necesidades para modificarlo. Por lo tanto, las unidades ambientales en la Amazonía Peruana deben ser consideradas bajo un esquema de clasificación particular, que pueda sustentarse en las fuentes de información más actualizadas disponibles.

**Tabla 2.** Diversas formas de clasificar el ambiente amazónico en el Perú y aplicaciones en algunos mapas temáticos relevantes al tema.

Ocho regiones naturales	Pulgar Vidal 1981	Tipo de clima	Schroeder 1969	Formaciones vegetales	Hueck 1972	Mapa ecológico del Perú	ONERN 1976	Zonas morfo-estructurales	IGN 1989	Provincias zoogeográficas	Brack 1986	Ecorregiones	IGN 1989	Mapa geocológico	PAUT 1993 Räsänen et al. 1993	Mapa forestal del Perú	INRENA 1995b, 1996a	Ecorregiones	WWF: Olson & Dinerstein 1998
Quechua	Clima templado moderado lluvioso (invierno seco, cantidad de las lluvias del mes más lluvioso 10 veces mayor que el mes más seco)	Vegetación de valles secos interandinos	Bosque muy húmedo tropical	Cordillera oriental	Provincia de los yungas	Selva alta	Montañoso	Bosque húmedo de llanura meándrica	Andes del norte	Yunga	Bosque húmedo de terrazas bajas, medias, altas	Yunga	Yunga	Bosque húmedo de terrazas bajas, medias, altas	Río Amazonas	Ucayali	Ucayali	Ucayali	
Yunga fluvial	Clima selva tropical (permanentemente húmedo)	Bosques de ceja	Bosque húmedo tropical	Cordillera subandina	Provincia Amazónica	Bosque tropical amazónico	Paisaje deposicional moderno (4 clases)	Sabana de palmeras	Provincia Loreto	Provincia Chaqueña	Relieve deposicional subreciente (4 clases)	Provincia Loreto	Provincia Loreto	Relieve fuertemente disectado (5 clases)	Sur oeste Amazonia	Sur oeste Amazonia	Sur oeste Amazonia	Sur oeste Amazonia	
Rupa-rupa	Clima de sabana (periódicamente húmedo, seco en invierno)	Región de Acre, Beni y Miamore	Estepas gramíneas	Llanura de Loreto	Provincia Loreto	Sabana de palmeras	Relieve fuertemente disectado (5 clases)	Vegetación pantanosa	Oeste Amazonia	Oeste Amazonia	Bosque húmedo de montañas	Oeste Amazonia	Oeste Amazonia	Bosque húmedo de montañas	Oeste Amazonia	Oeste Amazonia	Oeste Amazonia	Oeste Amazonia	
Yunga fluvial	Clima de sabana (periódicamente húmedo, seco en invierno)	Hyllaea próxima a los Andes	Sabana de palmeras de Santa Cruz y Trinidad	Llanura de Madre de Dios	Provincia Loreto	Sabana de palmeras	Vegetación pantanosa	Agujales	Agujales	Agujales	Agujales	Agujales	Agujales	Agujales	Agujales	Agujales	Agujales	Agujales	
Rupa-rupa	Clima de sabana (periódicamente húmedo, seco en invierno)	Estepas gramíneas	Sabana de palmeras de Santa Cruz y Trinidad	Llanura de Madre de Dios	Provincia Loreto	Sabana de palmeras	Vegetación pantanosa	Pantanos	Pantanos	Pantanos	Pantanos	Pantanos	Pantanos	Pantanos	Pantanos	Pantanos	Pantanos	Pantanos	
Omagua	Clima de sabana (periódicamente húmedo, seco en invierno)	Estepas gramíneas	Sabana de palmeras de Santa Cruz y Trinidad	Llanura de Madre de Dios	Provincia Loreto	Sabana de palmeras	Vegetación pantanosa	Pacales	Pacales	Pacales	Pacales	Pacales	Pacales	Pacales	Pacales	Pacales	Pacales	Pacales	
								Áreas deforestadas	Áreas deforestadas	Áreas deforestadas	Áreas deforestadas	Áreas deforestadas	Áreas deforestadas	Áreas deforestadas	Áreas deforestadas	Áreas deforestadas	Áreas deforestadas	Áreas deforestadas	

### 3. EL AMBIENTE AMAZÓNICO PERUANO

#### 3.1 GENERALIDADES

El ambiente de la Amazonia Peruana es muy particular, tanto en el contexto amazónico como a nivel mundial. En esta sección, se presenta un resumen de la interpretación de los factores ambientales más significativos en la región, incluyendo su historia de desarrollo. Se utiliza como base, para esta descripción, las diversas publicaciones existentes sobre los factores ambientales, las que representan el conocimiento actual sobre la región, y las teorías y paradigmas (líneas de pensamiento científico) más recientes que facilitan su interpretación, y que formarán la línea base para determinar las unidades ambientales naturales en la región.

Después de la introducción de las tecnologías de percepción remota, particularmente las imágenes satelitales, se ha aprendido a conocer a la Amazonía Peruana como un mosaico de ecosistemas, asociados a la dinámica de la cordillera de los Andes, en la cual nacen los ríos que sustentan el río Amazonas. Estos ecosistemas presentan una gama de variaciones biofísicas y ambientales relacionadas entre sí que, bajo un clima húmedo tropical, son responsables del desarrollo de una alta diversidad biológica en la región. Para una descripción general sobre la Amazonía Peruana referimos por ejemplo a los trabajos de Gran Geografía del Perú (1986), ONERN (1986), Dourojeanni (1990), Kalliola *et al.* (1993a) e INRENA-DGANPFS (1997).

La selva peruana representa el 61 % del territorio nacional (IIAP 1998). La mayor parte de esta superficie pertenece a la selva baja, hasta los 500 metros sobre nivel del mar, que se prolonga desde los Andes hacia el este por el llano amazónico, continuándose en los países vecinos hasta el Océano Atlántico. Los departamentos que presentan los ecosistemas de selva baja en el Perú son Loreto, Ucayali, San Martín y Madre de Dios. Las principales ciudades en la selva baja son Iquitos, Yurimaguas, Pucallpa y Puerto Maldonado. La mayor parte de los ecosistemas en esta región todavía se encuentran en su estado natural.

#### 3.2 DIVERSIDAD AMBIENTAL

La diversidad ambiental, y su contribución a la diversidad de especies, se puede observar con claridad en todo el Perú, en lugares donde existen ambientes muy contrastantes a pesar de localizarse aproximadamente en la misma latitud. Por ejemplo, la zona desértica de Piura presenta una formación vegetal constituida por algarrobos, la cual alberga una pobre diversidad de animales, mientras en la selva baja la diversidad biológica en los bosques húmedos tropicales alcanza su máxima expresión. El patrón de ecosistemas y especies es totalmente diferente entre ambos ambientes, y el factor responsable es, principalmente, el clima. Sobre el particular, Tricart (1977), en el marco de su teoría sobre la ecodinámica, manifiesta que la dinámica del medio ambiente de los ecosistemas (léase morfodinámica), es muy importante en la dinámica de la propia biocenosis, pues la morfodinámica depende del clima, topografía y del material rocoso.

En la Amazonía, aparentemente un espacio relativamente homogéneo, también existe una variabilidad ambiental muy grande, aunque no tan contrastante como en el ejemplo anterior. Muchas de las variaciones ambientales en la Amazonía reflejan la contribución de factores climáticos, geológicos, pedológicos e hidrológicos. Los ecosistemas inundables, por ejemplo, albergan especies diferentes de los ecosistemas de tierra firme o de altura, aunque algunas especies comparten ambos ambientes. Por ejemplo, las orillas de los ríos amazónicos típicamente presentan bosques sucesionales jóvenes, caracterizados por asociaciones muy particulares de especies (Encarnación 1985, Kalliola *et al.* 1992, Puhakka *et al.* 1993). Generalmente los bosques de tierra firme parecen ser más ricos en especies, en comparación con los bosques inundables (Campbell *et al.* 1986, Gentry 1986, Balsev *et al.* 1987, Dumont *et al.* 1990, Gentry & Ortiz 1993).

En cada uno de los diferentes tipos de paisajes amazónicos, así como en cada región amazónica, a una escala más detallada, se puede apreciar una significativa variabilidad ambiental (ver por ejemplo artículos en Kalliola & Flores Paitán 1998). Sobre el particular, Tuomisto *et al.* (1995) manifiestan que, estudios recientes en los bosques amazónicos están empezando a demostrar mucha más variación ambiental que lo conocido anteriormente, y que la distribución de las plantas parece corresponder a esta variación, al igual que en otras partes del mundo. Por esta razón, el conocimiento de los patrones y procesos ambientales en la Amazonía es importante para el entendimiento de la diversidad biológica en la región.

Recientes estudios, por ejemplo aquellos realizados en la zona de Iquitos (Ruokolainen & Tuomisto 1998), reportan que la composición florística varía según los factores geográficos y ambientales. También otros investigadores han obtenido resultados parecidos acerca del control ambiental sobre de la composición de especies de plantas (Gentry 1981, 1988, Gentry & Ortiz 1993, Poulsen & Tuomisto 1996), aunque existen diferentes opiniones acerca de la fuerza de este control (Duijvenvoorden 1995); por otro lado, algunos autores no consideran que el control ambiental sea muy relevante en la Amazonía (Condit 1996, Pitman *et al.* 1999, 2001). El control ambiental sobre la diversidad de los árboles amazónicos parece ser menor que sobre la composición de especies (Clinebell *et al.* 1995). Adicionalmente, es necesario mencionar que los factores físicos, junto con la vegetación, determinan por lo menos parcialmente las especies de animales presentes. Whitney & Álvarez (1998) reportan una especie nueva de aves que se distribuye sólo en suelos pobres, especialmente en "arenas blancas".

Teniendo en consideración lo señalado en los párrafos anteriores, parece evidente que las condiciones ambientales contribuyen a los patrones de la diversidad biológica tanto en general como particularmente en la Amazonía. Siendo así, es indispensable que los estudios sobre los ecosistemas amazónicos consideren la influencia de los factores ambientales, tanto actuales como históricos. Además, es importante recalcar que las teorías generales de ecología, por ejemplo aquellas que pretenden entender las migraciones de las especies, su dinámica metapoblacional, o las influencias de la fragmentación, deben ser consideradas, según su aplicabilidad, en cualquiera investigación sobre los ecosistemas amazónicos.

### 3.3. DESARROLLO BIOGEOGRÁFICO

El desarrollo ambiental de la región amazónica peruana está íntimamente vinculado a los diferentes procesos geológicos, climatológicos y biológicos que han ocurrido en la Tierra, en general, y en América del Sur, en particular. Conocer el carácter de los diferentes períodos del pasado es importante, para facilitar el entendimiento de las particularidades y patrones en la diversidad biológica actual en esta región.

Hace más de cien millones de años, las placas continentales Sudamericana y de África formaban un supercontinente llamado Gondwana. Su separación ocurrió gradualmente por la fisura del mar Atlántico, durante el Cretáceo superior (entre 80 y 100 millones de años; ver Tabla 3) con la llamada migración de los continentes (ver por ejemplo IGN 1989: 37). Como evidencia de su historia común, estos dos continentes comparten diversos grupos de plantas y animales en los niveles taxonómicos de género, familia y orden. En biogeografía, este patrón de distribución se conoce con la denominación “tipo Gondwana”, que caracteriza a la mayoría de grupos de plantas que ahora existen en la Amazonía (ver por ejemplo Cabrera & Willink 1980).

**Tabla 3.** Escala de tiempos geológicos. **Fuente:** Microsoft Encarta Reference Library 2004.

Era	Período	Época	Comienzo (hace millones de años)
Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	0,01
		Pleistoceno	1,8
	Terciario	Plioceno	5,3
		Mioceno	23,8
		Oligoceno	33,7
		Eoceno	54,8
		Paleoceno	65
Mesozoico	Cretácico		144
	Jurásico		206
	Triásico		248
Paleozoico	Pérmico		290
	Carbonífero		354
	Devónico		417
	Silúrico		443
	Ordovícico		490
	Cámbrico		543
	Precámbrico		3800

Durante su migración hacia el oeste, la placa Sudamericana constituyó una gran isla hasta hace unos cuatro millones de años, cuando se formó un istmo entre América del Norte y América del Sur. Consecuentemente, se produjo una invasión de plantas y animales de un continente al otro, y la fauna amazónica sufrió grandes cambios por la influencia de diversos grupos de mamíferos y otros animales provenientes del norte (ver por ejemplo Cox & Moore 1985).

El desarrollo geológico de la región de la Amazonía en el Perú, se caracteriza por un dinamismo particular, inducido por los procesos tectónicos que caracterizan esta zona. En la costa del Perú, la placa de Nazca sufre subducción por debajo de la placa Sudamericana. Esta colisión no solamente ha provocado la formación de las montañas andinas, sino también la estructura geológica en el llano amazónico (IGN 1989:123). En la Amazonía occidental, en una faja, con un ancho de unos cientos de kilómetros de los Andes, se ha formado una cuenca sedimentaria, la cuenca de antearco de la Amazonía (Räsänen 1993).

Durante el período del Mioceno medio (hace aproximadamente 15-20 millones de años), esta cuenca se caracterizó por un ambiente fluvio-lacustre con esporádicas incursiones marinas, que probablemente provenían de la costa del Caribe (Hoorn *et al.* 1995, Räsänen *et al.* 1995, Marshall & Lundberg 1996). En esa época, una gran parte de las áreas amazónicas del Perú presentaban condiciones ecológicas muy particulares, por ejemplo ecosistemas costeros (Räsänen *et al.* 1998). Los sedimentos arcillosos que se depositaron en estas condiciones en la Amazonía se conocen con el nombre de Formación Pebas (Hoorn 1993).

En épocas geológicas más recientes, no ha ocurrido la formación de nuevos lagos, de mayor tamaño y duración, en la Amazonía occidental (Tuomisto *et al.* 1992). La cuenca subandina está dividida en diferentes subcuencas, que han estado sujetas a una continua sedimentación de material transportado por los ríos (Räsänen 1993). El paisaje no inundable del llano amazónico se caracteriza por los procesos de lixiviación y meteorización superficial de las tierras, que han creado un paisaje con relieve colinoso con suelos pobres (ONERN 1982, Rodríguez *et al.* 1991, Linna 1993, Kauffman *et al.* 1998).

En lo que se refiere a cambios climáticos en el pasado, poco se conoce sobre el asunto. Es obvio que las áreas amazónicas han enfrentado grandes fluctuaciones en los niveles de precipitación y temperatura, pero aparentemente el clima del Terciario y Cuaternario (los últimos 60 millones de años) siempre ha mantenido su carácter tropical o subtropical. Durante la época del Pleistoceno (desde hace 2 millones de años hasta 10 000 años), la temperatura promedio y la precipitación global eran bajas, y es obvio que los bosques amazónicos sufrieron cambios respectivos cuyos detalles, sin embargo, se desconocen (Colinvaux 1987, Salo 1987). Los glaciares andinos tenían una mayor distribución en aquella época, seguida de un período con ríos, supuestamente, extraordinariamente caudalosos durante la época de disminución de los glaciares.

Esta breve presentación del desarrollo biogeográfico demuestra que la Amazonía Peruana se caracteriza por una historia muy particular de eventos geológicos, hidrológicos y climatológicos, que indudablemente han jugado un papel muy importante en la estructuración de los patrones biogeográficos de la flora y fauna, y en su evolución. Sin embargo, el conocimiento actual de estos procesos queda muy superficial, por lo que es importante reconocer la necesidad de realizar más estudios sobre estos campos. El conocimiento así generado puede contribuir al entendimiento de los diferentes componentes y patrones de la diversidad biológica amazónica, y a la vez apoyar las políticas de conservación y aprovechamiento de sus recursos.

### 3.4 FACTORES AMBIENTALES ACTUALES

La selva baja peruana consta de una gran variedad de condiciones ambientales. Los dos temas dominantes en esta realidad son: (1) su localización en el trópico húmedo, y (2) sus condiciones físicas particularmente dinámicas, por situarse en la zona de transición entre los Andes, que son geológicamente activos, y el gran llano amazónico que continúa hasta el mar Atlántico. En estas condiciones, existen diversos procesos y gradaciones ambientales que promueven un aparente mosaico de ecosistemas, e influyen en la distribución de las especies vegetales y animales. Muchos factores no sólo presentan patrones pasivos, sino que son, más bien, procesos de carácter muy dinámico, generando así una riqueza de diferentes tipos de espacios y ecosistemas en la región.

Es importante insistir que la distribución de la vegetación en la Amazonía refleja las características ambientales de la región. Caracterizada por el alto grado de diversidad y dinamismo ambiental, la selva baja peruana es muy rica en diversos tipos del bosque, y es un área particular dentro del llano amazónico. Es un complejo ambiental y biológico cuyas características solo se conoce superficialmente. Por lo tanto, es casi imposible hacer generalizaciones fijas sobre la misma.

#### Clima

El clima de la Amazonía presenta variabilidad espacial y temporal. En la selva baja, las precipitaciones varían entre aproximadamente 1500 mm por año en el sur hasta 3000 mm en el norte. Asimismo, el clima en Madre de Dios es estacional, con marcadas épocas de mucha o poca lluvia, mientras que en el norte, en Loreto, no existe una época seca, aunque durante los meses de junio a septiembre las lluvias son menos frecuentes. La humedad relativa es superior a 75%, y la evapotranspiración del bosque juega un papel sustancial en el régimen regional de precipitaciones y en el balance hidrológico. Las temperaturas son altas en toda la región, con temperaturas promedio de 24 - 26°C, cuyos valores mínimos pueden llegar hasta 18 - 20°C y los valores máximos alcanzar temperaturas de 33 - 36°C. Las oscilaciones diarias de la temperatura (5 - 8°C) son mucho mayores que la variación anual (1 - 2 °C). Un fenómeno particular en la región es el llamado "friagem" (Marengo 1984, 1998), durante el cual la temperatura disminuye notablemente, pudiendo llegar hasta 10°C, particularmente en el sur, influenciando la vida silvestre amazónica.

#### Geografía sísmica y geología estructural

La parte occidental de la Amazonía se sitúa cerca de los Andes, por lo tanto la selva peruana presenta características diferentes que la de Brasil, por ejemplo. Casi toda la superficie de la selva baja del Perú pertenece a la gran cuenca de antearco de la Amazonía (Räsänen 1993). Los sedimentos depositados en esta depresión durante millones de años, cubren en gran parte su complejidad estructural, por lo que la importancia de las estructuras geológicas en esta región sólo se ha reconocido relativamente recientemente (Dumont & Garcia 1991, Räsänen *et al.* 1990, 1992). Actualmente se conocen áreas con características estructurales particulares, que presentan procesos geológicos y geomorfológicos distintos, y que, al mismo tiempo, contribuyen al desarrollo de los ecosistemas de la selva baja.



Las estructuras geológicas de mayor importancia en la Amazonía del Perú incluye la zona de subducción de la placa oceánica de Nazca y su parte elevada denominada cresta de Nazca. Las subcuencas Pastaza-Marañón y Ucayali sufren un activo proceso de hundimiento (Dumont & García 1991), mientras que la subcuenca Madre de Dios-Beni parece actualmente más estable. Además, están presentes los altos (arcos) estructurales: Serra do Moa, Fitzcarrald e Iquitos. El primero está caracterizado por una cadena de montañas bajas con actividad sísmica pronunciada, indicando su levantamiento tectónico, mientras la dinámica de los demás altos se conoce menos.

La actividad tectónica en la cordillera andina y en la selva baja, cerca de los Andes, está bien conocida y documentada. En selva alta, las estructuras geológicas son muy complejas y los eventos sísmicos son frecuentes e intensivos. En la selva baja la actividad sísmica se concentra particularmente en las áreas cercanas de Pucallpa y Contamana, siendo sus epicentros típicamente superficiales o intermedios (menos de 700 km de profundidad, ver IGN 1989: 115-116). A la luz de una alta actividad sísmica a lo largo de algunas fallas inversas y de levantamiento, la selva baja peruana no está aislada de la tectónica moderna de los Andes (Cisternas *et al.* 1988). Por tal dinamismo sísmico, la evolución de las estructuras geológicas en la Amazonía del Perú sigue siendo activa, y debe ser considerada en los estudios ambientales de la región.

### Formaciones sedimentarias y suelos

Las formaciones sedimentarias en la parte superior de las tierras presentan patrones variables, con un amplio rango de depósitos de origen y edad diferentes (IGN 1989: 113, PAUT 1993, Räsänen *et al.* 1993). Los sedimentos más recientes se encuentran en las planicies de inundación. El Abanico de Pastaza es una formación del Holoceno (menos que 10 000 años). También están presentes diversas terrazas Pleistocénicas, y entre las formaciones más antiguas se puede mencionar la Formación Pebas, del Mioceno medio (15-20 millones de años). Todas las formaciones geológicas presentan particularidades físicas y químicas, y muchas veces existe un gradiente unidireccional en las capas sedimentarias superficiales, particularmente si la tectónica ha provocado una inclinación de las mismas.

Los procesos de formación del suelo (meteorización y lixiviación) son fuertes bajo las condiciones del trópico húmedo, provocando suelos pobres en nutrientes. Por la complejidad geológica y geomorfológica de la región, los suelos de la selva son heterogéneos, sin embargo, los detalles de esta diversidad no se ha reconocido en los mapas de suelo publicados hasta la fecha (IGN 1989: 141, INRENA 1996b). Generalmente, los suelos en terrenos no inundables y terrazas antiguas son ácidos, de baja fertilidad, bien drenados, profundos y con alto contenido de arcilla. También están presentes suelos muy pobres arenoso-cuarzosos, fuertemente lixiviados, llamados arenas blancas (Kauffman *et al.* 1998). En terrazas recientes los suelos son jóvenes y poco diferenciados, presentando, a veces, condiciones de mal drenaje.

Las áreas inundadas presentan suelos fértiles y bien drenados, así como aquellos que son ácidos, mal drenados y pobres en nutrientes (Rodríguez 1990, Paredes Arce *et al.* 1998). El contenido de nutrientes en estos suelos refleja, en gran parte, la mineralogía de los sedimentos transportados por los ríos y las condiciones geológicas en sus áreas de drenaje (Kalliola *et al.* 1993b).

### Geomorfología

En selva baja (90-500 m.s.n.m.), los gradientes en la elevación son a menudo pequeños, sin embargo, en la zona cercana a los Andes y en algunas montañas bajas (Contamana, Cerro del Divisor), con elevaciones que alcanzan hasta cientos de metros sobre el nivel de las áreas circundantes, pueden ocurrir gradientes de elevación que son significativos para la flora y fauna. La selva alta se caracteriza por gradientes muy fuertes de altitud.

Gentry (1992) reporta que, en los bosques andinos del Perú, al nivel de comunidad vegetal hay un decrecimiento de la diversidad de plantas leñosas desde 1500 m hasta el límite superior del bosque, pero no hay una disminución similar en diversidad desde la selva baja hasta los 1500 m. Así mismo, Leo & Romo (1992), estudiaron los roedores de la subfamilia Sigmodontinae del Parque Nacional Abiseo, y encontraron que las especies se distribuyen de acuerdo a un patrón de bandas altitudinales, que va de norte a sur. La presencia de cañones profundos como los formados por los ríos Huallaga, Marañón y Urubamba, que atraviesan el extremo oriental de los Andes, en adición a otras barreras naturales, sirve para aislar en las partes más altas las poblaciones de aves y otros organismos (O'Neill 1992).

La geomorfología presenta diversos tipos de relieve y procesos en las diferentes partes de la región, por ejemplo, llanura aluvial, terrazas altas, lomas y colinas con pendientes diferentes. Estos ocurren en una manera bien compleja, por lo que la selva baja se visualiza como un gran mosaico de relieves diferentes. Los tipos de suelo y su drenaje responden a la variabilidad del relieve, contribuyendo de esta forma a la distribución de las especies vegetales.

### Hidrología

Las relaciones entre la hidrología y los ecosistemas son amplias y variables en la región amazónica. Los ríos en la zona andina corren a través de sus valles, y cuando llegan al llano amazónico depositan su carga sedimentaria en las cuencas de sedimentación. Los ríos Amazonas y Madre de Dios son los que transportan el mayor volumen de aguas fuera de las fronteras del Perú; también están presentes las cabeceras de algunos ríos menores que drenan partes de la selva peruana antes de cruzar la frontera Perú-Brasil.

Los ríos con agua turbia o “agua blanca” son ricos en material en suspensión. Estos ríos, a menudo, provienen de los Andes y presentan cauces muy dinámicos. La continua y sucesiva migración de los cauces es un factor importante en la regeneración de los bosques ribereños en selva baja (Salo *et al.* 1986, Kalliola *et al.* 1992, Puhakka *et al.* 1993). Por el contrario, otros ríos, que se originan en la selva baja, tienden a tener cauces más estables y a presentar una menor carga de material en suspensión. Muchos de estos ríos pueden presentar aguas de color oscuro, “agua negra”, indicando una alta concentración de sustancias orgánicas en las mismas (por ejemplo río Nanay, río Mazán). Periódicamente algunos de estos ríos pueden presentar aguas de tipo mixto, cambiando su color según la carga de sedimentos que transportan (Puhakka *et al.* 1992). También en la región están presentes numerosos lagos (cochas), la mayoría de ellos ocupando cauces abandonados de los ríos. Los tipos de aguas en estos lagos pueden variar estacionalmente, reflejando la dirección de la migración de las aguas entre el lago y el río cercano.

Los cauces de los ríos amazónicos son de diversos tipos. En la mayoría de casos son de forma meándrica, en otros casos los ríos presentan curvas particularmente angulares (ejemplo: río Tambopata en su parte baja) o muy grandes (ejemplo: río Pacaya), relacionadas al caudal del río. Esta característica puede indicar particularidades en las formaciones geológicas en la región por donde corre el río, o alternativamente, puede indicar que los ríos pequeños ocupan cauces abandonados por ríos mayores (por ejemplo, río Samiria y parte baja del río Itaya). El patrón anastomosante es común en ciertas partes de ríos de mayor tamaño, por ejemplo Marañón y Amazonas. El cauce trenzado, por su parte, caracteriza a muchos ríos provenientes de los Andes (como los ríos Tambopata, Inambari, Alto Madre de Dios, Pastaza), presentándose un laberinto de islas separadas por canales interconectados. Este tipo de cauce en los ríos se atribuye a una carga significativa de sedimentos que los ríos transportan, incluyendo, muchas veces, piedras.

El período de inundación (creciente; cuando el agua desborda el canal principal de los ríos y fluye hacia las zonas adyacentes), es un pulso importante que condiciona las características ecológicas de muchos ecosistemas amazónicos, debido al dinámico intercambio de nutrientes y de energía entre la fase acuática y la fase terrestre. Las áreas más influenciadas por las inundaciones se encuentran en la subcuenca Pastaza-Marañón (ONERN 1986, PAUT 1993, Räsänen *et al.* 1993). Las inundaciones son a menudo estacionales, aunque algunos ríos con pequeña área de drenaje, pueden presentar inundaciones de corta duración después de fuertes tormentas. Los ríos que provienen del norte presentan crecientes con estacionalidad diferente a la mayoría de los otros ríos en la región.

#### **Tipos de ecosistemas**

La selva baja peruana presenta una alta diversidad de ecosistemas, por ejemplo bosques pluviales, bosques muy húmedos tropicales y bosques húmedos tropicales. La adaptación de las especies, y la composición de las comunidades vegetales, en los distintos tipos de bosque son resultado de una combinación de factores como el origen, la dinámica y composición de los suelos, la calidad del agua y los regímenes de lluvia. También es destacable que ciertas formaciones vegetales sólo se registran en la zona sur de la selva baja, por ejemplo las sabanas de Pampas del Heath, obviamente debido a factores climáticos.

A nivel macroespacial la selva alta difiere de la selva baja, presentándose una alta densidad de diferentes tipos de vegetación en fajas definidas por el factor altitudinal. Estos ecosistemas son muy húmedos o lluviosos presentándose, en consecuencia, una densidad muy alta de epifitas. Existen indicaciones que los deslizamientos de tierras son frecuentes y muchas veces el contenido de especies en los diferentes valles subandinos es algo diferente (ver por ejemplo Gran Geografía del Perú 1986).

En la selva baja, se distingue una clara demarcación de dos grandes clases de ambientes, con sus ecosistemas particulares: áreas no inundadas y áreas inundadas. También se presentan ecosistemas acuáticos; sin embargo, su separación absoluta de otros ecosistemas es real en muy pocos casos, pues generalmente grandes extensiones de terrenos presentan características intermedias, como las inundaciones temporales estacionales, en ciclos anuales, que forma parte del ciclo hidrológico.







# **Marco Metodológico**



La metodología general para identificar unidades ambientales en la selva baja del Perú se presenta en el Documento Técnico No 05 de la Serie BIODAMAZ-IIAP: Marco teórico y metodológico para identificar unidades ambientales en la selva baja peruana (BIODAMAZ 2004d). En el marco de este documento, a continuación se describe la metodología específica utilizada en esta primera aproximación del Mapa de Macrounidades Ambientales de la Amazonía Peruana.

## 1. NIVEL DE DETALLE

Para la identificación y mapeo de las unidades ambientales en la Amazonía peruana, es importante considerar el nivel de detalle en el trabajo, tanto espacial como temático. Un criterio sumamente importante es considerar la escala en el que se intenta presentar los resultados del trabajo. En este caso se ha utilizado la escala 1:1 000 000, donde un centímetro en el mapa representa diez kilómetros en el campo, y los temas a presentarse en el mapa no tienen extensiones menores de algunas decenas de kilómetros en el campo. Según esta lógica las colinas individuales no son significativas a esta escala, sin embargo es apropiado identificar grandes paisajes, que presentan ciertos tipos de colinas.

Por lo tanto, esta aproximación se ha desarrollado a **nivel macroespacial** (macrounidad ambiental), tratando de identificar grandes rasgos físicos y biológicos en la Amazonía peruana, particularmente en la selva baja.

La uniformidad temática en la identificación de las unidades ambientales es un aspecto adicional que debe ser considerado en la Amazonía. A nivel macro, las unidades “relativamente homogéneas” por identificar no necesariamente representan una sola lógica de interpretación en toda la región. Es cierto que algunas áreas son muy particulares en su naturaleza, mientras que en otras partes la identificación de las unidades ambientales se basa en otros criterios. Por ejemplo, el Abanico de Pastaza, por sus características sedimentarias de origen volcánico, puede ser considerado como una unidad a escala macro, debido a que posee patrones ambientales y vegetales diferentes del resto de la llanura de inundación de la Amazonía del Perú (IIAP/WWF OPP 1999). A escala micro esta región contiene diversas unidades ambientales y vegetales al nivel del paisaje cuyas calidades actualmente poco se conocen.

## 2. LAS FUENTES DE INFORMACIÓN

### 2.1. IMÁGENES DE PERCEPCIÓN REMOTA

Las imágenes de percepción remota, especialmente aquellas registradas desde una plataforma satelital, son consideradas como las fuentes principales de información para el trabajo. En estas imágenes, los detalles que se pueden observar a menudo son resultado de la manera en que la superficie de la tierra está reflejando la luz solar. Por lo tanto, al examinar una imagen de satélite, los patrones que se puede ver representan diferencias en la reflectancia de luz, dentro del área cubierta por la imagen. La imagen que se muestra en formato raster, cada célula (píxel) representa una observación (reflectancia de luz) que se ha registrado de un lugar determinado.

Entre los principales sistemas de percepción remota, el instrumento TM (Thematic Mapper), de la serie de satélites Landsat, ya ha demostrado su gran utilidad en los estudios en la Amazonía. Landsat TM registra siete rangos de longitud de onda diferentes de la radiación electromagnética, desde luz visible azul hasta luz infrarroja y radiación térmica infrarroja. Como pueden registrar luz no visible para nuestros ojos, estas imágenes presentan mucha más variación en la cobertura del bosque de la que se puede observar a simple vista en un sobrevuelo. En las llamadas siete bandas de Landsat TM los píxeles corresponden a una superficie de 30 a 30 metros en la tierra. Aplicando métodos de procesamiento digital de las imágenes, se puede preparar diversos tipos de imágenes, donde los píxeles varían de color según condiciones definidas por el analista, presentando información registrada en diferentes bandas de TM. En los estudios sobre la Amazonía, el procesamiento digital de las imágenes normalmente busca la forma de representar efectivamente la variabilidad ambiental y vegetal en la región.

La hipótesis de trabajo que estamos asumiendo es la siguiente: los patrones de reflectancia similar, expresados por colores similares en las imágenes de satélite en un definido espacio, reflejan las mismas condiciones ambientales y por consiguiente los mismos patrones de especies de plantas y animales. Propiamente, estudios realizados sobre este tema (por ejemplo Tuomisto et al. 1995, Ruokolainen & Tuomisto 1998), indican que la mayoría de las especies de plantas de los bosques de tierra firme, en la zona de Iquitos, reflejan los mismos factores ambientales e históricos. Además, los factores edáficos más importantes como la textura de los suelos y sus contenidos de calcio, magnesio y potasio, presentan una buena correlación con la reflectancia de la luz observada en las imágenes de satélite. Así, asumimos que los detalles y patrones en el mosaico de las imágenes Landsat TM realmente reflejan las circunstancias ambientales y vegetales.

Para facilitar su uso efectivo en estudios sobre la región, el proyecto BIODAMAZ ha elaborado un mosaico de ellas, que cubre toda la Amazonía Peruana (Bendayán *et al.* 2002, BIODAMAZ 2004c). El mosaico está disponible para cualquier interesado en el servidor de mapas del IIAP en el Internet ([www.iiap.org.pe/servidor\\_mapas/index.htm](http://www.iiap.org.pe/servidor_mapas/index.htm)), así como en el Sistema de Información de la Diversidad Biológica y Ambiental de la Amazonía Peruana ([www.siamazonia.org.pe](http://www.siamazonia.org.pe)). Estando georeferenciado y armonizado para toda la selva, este mosaico muestra la Amazonía tal como era en las fechas respectivas de la toma de cada imagen en este mosaico. Debido a que el mosaico representa patrones del ambiente y de la vegetación en toda esta región, se le considera como una fuente indispensable para apreciar la gran diversidad de ecosistemas y procesos ambientales de la región. Sin embargo, hay que precisar que este producto también implica algunas restricciones, por ejemplo las diferentes fechas inducen problemas en la interpretación de ciertos detalles que son muy dinámicas en su naturaleza, por ejemplo inundaciones y deforestación.

## 2.2. MAPAS TEMÁTICOS

Los diversos mapas temáticos que se han publicado sobre la Amazonía Peruana constituyen otra fuente de información espacial, muy valiosa en la identificación de las unidades ambientales. Sin embargo, es importante constatar las restricciones que presenta cada uno de estos mapas, antes que se pueda utilizarlos en el trabajo. Se considera que los mapas temáticos muy antiguos, y aquellos que no se sustentan en una buena documentación de las metodologías utilizadas, disponen de un valor muy limitado. También los mapas muy sintetizados pueden ser difíciles de utilizar, pues el contacto con los datos originales y los principios utilizados en la elaboración del mapa pueden ser difíciles de deducir. Por otro lado, también existen mapas temáticos sustentados en una muy buena documentación metodológica; son justamente estos mapas los que presentan más potencial para su uso en la identificación de las unidades ambientales.

Para evaluar los mapas temáticos y otras fuentes de información es importante considerar los datos originales y las metodologías utilizados en su elaboración. Los trabajos que se sustentan en una detallada descripción metodológica y con datos y muestras bien guardados, son los que mejor permiten su aplicación como fuentes de información en otros estudios.

La Tabla 4 es una lista de los principales mapas temáticos que contienen información sobre la selva peruana. Muchos de los mapas ya son antiguos, presentan limitaciones en su documentación y además son muy sintetizados. Generalmente los mapas a nivel de toda la selva son poco confiables, pues no se sustentan en bases de datos bien documentadas. Realmente, son pocos los mapas publicados cuya utilidad en la identificación de las unidades ambientales se considera provechosa. Sin embargo, la mayoría de los mapas temáticos merecen ser consultados para averiguar su información con relación a las otras fuentes de información.

**Tabla 4.** Evaluación de los principales mapas temáticos que cubren toda la Amazonía del Perú. La descripción metodológica “regular” es típicamente una memoria explicativa, que no incluye mucha información sobre las fuentes originales de información ni de las metodologías utilizadas en la interpretación.

Nombre del mapa	Autor y año	Descripción metodológica	Temas de clasificación o mapeo	Puntos conocidos indicados	Utilidad en identificación de las MUA's*
<i>Soil map of the world (Mapa de suelos del mundo)</i>	FAO/UNESCO 1992	Suelo	Regular	No	Consulta general
Mapa geológico del Perú	INGEMMET 1995, 2000	Geología	Regular	No	Consulta general
Atlas climático de América del Sur	UNESCO/OMM 1975	Precipitación, temperatura	Regular	Sí	Consulta general
Mapa de capacidad de uso mayor de las tierras	ONERN 1981	Varios	Insuficiente	No	Casi no
Mapa de clasificación climática del Perú	SENAMHI 1988	Clima	Regular	No	Consulta general
Mapa de suelos del Perú	INRENA 1996b	Suelos	Insuficiente	No	Muy limitado
Mapa del Perfil ambiental del Perú	ONERN 1986	Ambiente en general	Regular	No	Consulta general
Mapa ecológico del Perú	ONERN 1976a, reimpresión por INRENA 1994, 1995a	Clima	Insuficiente	No	Muy limitado
Mapa forestal	INRENA 1995b, 1996a	Bosques con diversos criterios	Regular	No	Consulta general
Mapa geoecológico	PAUT 1993	Ambiente en general	Regular	Algunos	Consulta general

\*MUA = macrounidad ambiental

### 2.3. DATOS DEL CAMPO

Los estudios de campo son indispensables en cualquier estudio biogeográfico o ambiental. Reflejando la realidad encontrada en los sitios estudiados, estas investigaciones alimentan la identificación de las unidades ambientales con observaciones y mediciones verificadas en el campo. Esto facilita la interpretación de los patrones ambientales en las imágenes de percepción remota. No obstante, la utilidad de los datos de campo depende tanto del tipo como de la calidad de los estudios realizados en el sitio, así como de la precisión de las coordenadas que definen las localidades estudiadas en el campo.

Para obtener una certeza relativamente buena del significado de los miles y miles de detalles y patrones en las imágenes de satélite, se necesitaría realizar muchísima verificación del campo. La necesidad de trabajos de campo sobrepasa las posibilidades de cualquier proyecto solitario. Una manera para aumentar el número de localidades estudiadas en el campo es el uso de indicadores de patrones geográficos de distribución de especies (Tuomisto & Ruokolainen 1998, Rodríguez *et al.* 2002, BIOZAMAZ 2004b). Este método tiene una expectativa significativa para hacer mucho más rápidos los inventarios, necesarios para identificar áreas especiales en su composición de especies. Según los resultados actualmente disponibles sobre esta metodología, los patrones de distribución de las plantas indicadoras (helechos, melastomáceas y palmeras) son representativos de, por lo menos, los árboles y posiblemente de la flora total, y corresponden a las propiedades de la tierra. Sin embargo los grupos de animales estudiados (hormigas de la tribu Dacetini, anfibios anuros y aves) no parecen reflejar la misma realidad (Rodríguez *et al.* 2002). En principio sería útil tener también indicadores de la riqueza de especies, pero actualmente no se conoce cuáles podrían ser, y hasta hay argumentos científicos que ponen en duda la posibilidad de encontrarlos (Prendergast *et al.* 1993).

Los datos de campo que mejor sustentan la identificación de las unidades ambientales, son aquellos que se han replicado, con una intensidad uniforme, en el mayor número de sitios. Sin embargo, debido a la ausencia de información en la mayoría de los mapas temáticos a nivel de la Amazonía en su conjunto, en esta aproximación no se incluye dicha información.

### 2.4. CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

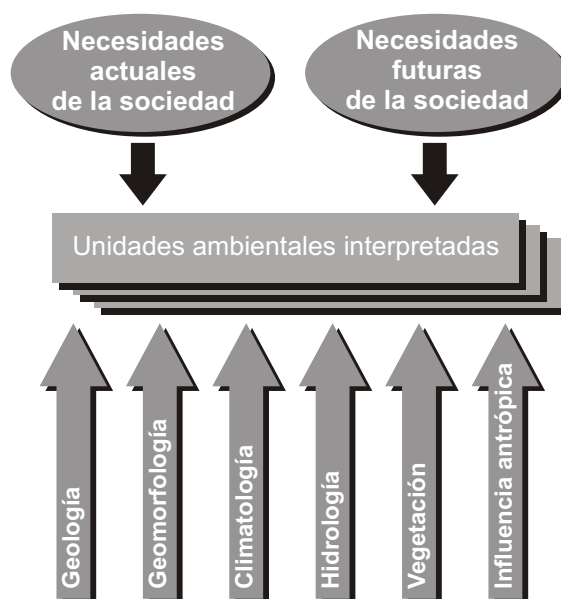
Cada vez, la ciencia avanza por acumulación de nuevos datos y una evaluación continua de los resultados y pensamientos logrados hasta la fecha. Asimismo, la identificación de las unidades ambientales debería basarse en los conocimientos y paradigmas de la fecha. Por el avance continuo de la ciencia también debería ser posible volver a modificar la clasificación y mapeo de las unidades en su oportunidad.

En esta versión de las macrounidades ambientales, por escasez de recursos humanos, financieros y de tiempo, no se incluye en forma específica los diversos conocimientos científicos que sustentan y caracterizan a las diferentes macrounidades ambientales.

## 3. METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS MACROUNIDADES AMBIENTALES

### 3.1. GENERALIDADES

Representando la combinación de distintos temas ambientales, la identificación de las unidades ambientales no puede ser absolutamente objetiva, más bien es una síntesis de opiniones, compromisos y razonamientos de diversas personas. Mucho de lo que se considera en la interpretación, refleja las necesidades actuales de información en la sociedad, por ejemplo aquellas relacionadas al uso razonable de ciertos recursos naturales. Si ocurren cambios en estas necesidades, o cuando se cuente con información científica actualizada sobre la región, la distinción de las unidades ambientales resultará diferente (Figura 1). Por ejemplo, las futuras necesidades de la sociedad podrían enfatizarse, particularmente, en información climatológica, hidrográfica u otras que no se habían considerado en las interpretaciones anteriores. Bajo estas condiciones de inestabilidad, consideramos que no es posible interpretar las unidades ambientales de manera absolutamente definida, más bien cada interpretación refleja condiciones y razonamientos relacionados con la fecha de su elaboración. Por lo tanto, es importante garantizar que la base de información y los paradigmas científicos considerados en la interpretación, siempre deben estar bien elaborados y documentados, facilitando así una nueva interpretación de las macrounidades ambientales en el futuro.



**Figura 1.** La interpretación de las unidades ambientales refleja tanto el conocimiento en los campos científicos considerados, como también las necesidades de la sociedad. Cualquiera de estas consideraciones puede cambiar, produciendo, cada vez, una nueva interpretación de las unidades ambientales.

### 3.2. ALCANCES

Nuestra atención se focaliza, principalmente, en la interpretación de las macrounidades ambientales; si se considera los estudios a mayor detalle (zonificación a las escalas meso y micro), será necesario atender con mayor profundidad los temas del trabajo de campo, y su análisis e interpretación.

No obstante que el área de trabajo es toda la Amazonía, definida con criterio ecológico de selva (IIAP 1998), se pone énfasis en la selva baja. Por lo tanto, la selva alta, entendida como territorio ubicado por encima de 500 msnm, sólo es incluida en esta versión con el propósito de tener una visión global a nivel de la Amazonía.

En la elaboración de esta primera versión se ha contado con fuertes limitaciones, debido, por un lado, a la calidad de la información temática existente y, por otro lado, a la escasa disponibilidad de recursos, tanto humanos como financieros, así como el poco tiempo disponible para su ejecución. En este sentido, esta versión sólo es considerada como un ensayo, a manera de hipótesis de trabajo, que posteriormente nos servirá para afinar la metodología utilizada.

Con base en la interpretación del mosaico de imágenes de satélite Landsat TM, elaborado por el proyecto BIODAMAZ, se hizo un primer intento de elaborar un mapa geomorfológico de toda el área en estudio, a escala de trabajo de 1: 250 000, sin verificación de campo, considerando sólo la experiencia del equipo de trabajo. Este mapa ha servido de base para identificar, preliminarmente, las macrounidades ambientales.

### 3.3. METODOLOGÍA

La interpretación de las unidades ambientales, a escala macro, requiere de un método donde se combinen diversas variables temáticas, de cara a identificar las áreas que presentan características y patrones particulares en grandes superficies. Existen varios procedimientos para lograr este propósito, entre ellos los métodos de superposición, el jerárquico y el selectivo:

- El método de **superposición** (*overlaying*) consiste en la superposición de mapas correspondientes a las diversas variables en estudio, utilizando el sistema de información geográfica (SIG), con el propósito de producir un nuevo mapa, con unidades espaciales que poseen las mismas características biofísicas. El problema con este método radica en que cada mapa disponible en el Perú, ha sido estudiado independientemente por diversos profesionales, con mapas bases diferentes, en diversas épocas y con diversos propósitos. Por lo tanto, no es razonable realizar este tipo de análisis de una manera mecánica, más bien la superposición de los diferentes mapas y coberturas temáticas representan una fase en la cadena de deberes en la interpretación de las unidades ambientales.

- El método **jerárquico** implica establecer un sistema de clasificación jerárquico del ambiente, sobre la base de los factores en estudio. Existen algunas aproximaciones sobre el particular, como las de la ecología del paisaje. Los niveles jerárquicos se establecen de acuerdo a la importancia de cada variable ambiental. En la Amazonía, por ejemplo, se podría considerar al clima y a las grandes geoformas como los primeros factores por considerar. Realísticamente, sin embargo, poco se conoce sobre los patrones del clima en la región, y por lo tanto esta característica no es un buen candidato para considerarla en el tope de un sistema jerárquico. Los patrones geomorfológicos presentan más potencial para este propósito, por ejemplo la distinción de diferentes clases de tierras amazónicas, basándose en su susceptibilidad a las inundaciones.
- El método **selectivo** consiste en utilizar una o pocas variables, las más significativas, que explican o caracterizan una unidad ambiental. La selección de estas variables es un aspecto crítico de este método; es tanto una ventaja como una fuente potencial de confusión. Por ejemplo, el Abanico de Pastaza, por sus características particulares y únicas en la selva peruana (predominancia de sedimentos volcánicos), es considerado como una macrounidad ambiental. Así mismo, las zonas de pacales, al sur de la selva baja peruana, por sus particulares características vegetales, podrían ser consideradas en la definición de otra macrounidad ambiental. Estos ejemplos nos muestran que hay una tentación por aplicar diferentes criterios para identificar las distintas macrounidades ambientales en la selva baja. No obstante que el método contiene inconvenientes, consideramos que, por ser abiertamente pragmático, es sencillo en zonas donde existen vacíos de información, como en la Amazonía Peruana.

Por esta razón, para lograr una aproximación tentativa de las macrounidades ambientales en la región, el método selectivo ha sido utilizado como un ensayo para identificar dichas unidades en la selva baja.

En tal sentido, como información base ha sido considerado el mapa geomorfológico, a partir del cual estas unidades han sido separadas o integradas, utilizando los siguientes criterios (ver Tabla 5):

- Vegetación, para diferenciar las zonas con pacales, pantanos y pajonales. La identificación de estas nuevas unidades se ha realizado con base en la interpretación de las características espectrales del mosaico de imágenes de satélite (patrones de colores, formas y ubicación espacial).
- Hidrografía, para diferenciar las llanuras de inundación de ríos de origen andino y de ríos de origen amazónico.
- Geología, utilizando la información del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) (Cuadrángulos) para diferenciar espacios por su característica litoestratigráfica.



**Tabla 5.** Criterios para la identificación de macrounidades ambientales en la selva baja y fuentes de información.

Tema	VARIABLES	Indicadores	Fuentes de información	Observaciones
Clima	Precipitación	Media anual y precipitaciones mensuales (isolíneas). Duración de tiempo poco lluvioso (precipitación mensual <100 mm)	Mapas y registros sobre el clima. Modelaciones y estudios particulares	Solo existe información general Sería importante identificar anomalías climáticas
Geo morfología	Formas de tierra	Tipos de relieve (plano, plano con valles, ondulado, colinoso, muy colinoso) Balance sedimentario (erosivo, deposicional, desconocido) Geoformas interpretados (complejos de orillares, terrazas, abanicos)	Mosaico de imágenes satélite Estudios sobre el tema (IIAP, ONERN, INRENA, INGEMMET, INADE, UTU-ART)*	Será necesario elaborar muchas coberturas separadas de los distintos temas, y como producto final un mapa geomorfológico
	Inundaciones y drenaje	Inundaciones (regular, irregular, ausencia) Drenaje (malo, regular o bueno) Ríos y cochas	IIAP-WWF, ONERN	
Geología	Litoestructuras y suelos	Afloramiento de formaciones geológicas y gradientes en los mismos Tipo de suelo	Mapas geológicos (INGEMMET) Otros mapas temáticos (IIAP, INRENA, FAO, ISRIC, PAUT) Estudios sobre el tema (UTU-ART, IIAP)	Será necesario identificar formaciones geológicas contrastantes
	Tipo y origen de sedimentos	Textura Grado de meteorización Origen (andino en general, volcánico, amazónico)		
Hidrografía	Tipo de los ríos	Patrón del cauce (meándrico, trezante, anastomosado) Tipo de aguas (blanca, mixta, negra, clara, variable) Origen del río (andino, amazónico)	Mapa hidrográfico (MIPRE) Mosaico de imágenes de satélite Estudios limnológicos de campo Otros estudios sobre el tema	Es importante elaborar un sistema de clasificación jerárquica de los ríos y delimitar las áreas de drenaje
	Dinámica fluvial	Amplitud del lecho de inundación Migración del cauce		
Biogeografía	Formaciones vegetales	Tipo de la vegetación (por ejemplo bosque alto, bosque bajo, pacal, aguajal, renacal, pantano arbustivo, pantano herbáceo, varillal, chamizal, sabana)	Mapas temáticos (INRENA, IIAP, ONERN, INADE, PAUT) Estudios sobre el tema (IIAP, BIODAMAZ, UTU-ART)	Deberán ser verificadas con el mosaico de imágenes de satélite
	Patrones biogeográficos	Distribución de plantas y animales de mayor importancia		

**FAO:** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

**ONERN:** Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales

**PAUT:** Proyecto Amazonía, Universidad de Turku (UTU), Finlandia

**IIAP:** Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana

**UTU-ART:** Grupo de Investigación Amazonía, Universidad de Turku, Finlandia

**INGEMMET:** Instituto Geológico Minero y Metalúrgico

**INRENA:** Instituto Nacional de Recursos Naturales

**ISRIC:** International Soil Reference and Information Centre

**MIPRE:** Ministerio de la Presidencia

**INADE:** Instituto Nacional de Desarrollo



# **Caracterización de las Macrounidades Ambientales**



## 1. IDENTIFICACIÓN DE LAS MACROUNIDADES AMBIENTALES

Con las grandes limitaciones expuestas, y utilizando la metodología descrita en el capítulo anterior, se han identificado, en forma preliminar, 20 macrounidades ambientales en todo el ámbito de la Amazonía Peruana, las mismas que se presentan en la Tabla 6.

**Tabla 6.** Las macrounidades ambientales identificadas en la Amazonía Peruana y los criterios utilizados en su identificación.

Nº	Macrounidad ambiental	Criterio de identificación
1	Abanico de Pastaza	Influencia de sedimentos de origen volcánico, lagos de valles bloqueados y grandes zonas de mal drenaje
2	Llanuras de inundación de origen andino	Sedimentos de origen andino en áreas de inundación de ríos de agua blanca
3	Llanuras de inundación de origen amazónico	Áreas de inundación de ríos de origen en el llano amazónico, alto contenido de ácidos húmicos y fúlvicos, pocos sedimentos minerales
4	Depresión Ucamara	Zona depresionada, con amplitud de llanura de inundación y presencia de cuerpos de agua y áreas de mal drenaje
5	Pacales	Áreas cubiertas por vegetación predominante de bambúes nativos ("pacas")
6	Pajonales	Áreas cubiertas por vegetación predominante herbáceo
7	Varillales	Suelos de arena cuarzosa y vegetación con árboles de fustes delgados
8	Colinas de la Cordillera Subandina Paleógenas-Neógenas	Zona transicional hacia la parte mas elevada (montañas) en la cuenca del río Santiago
9	Montañas de la Cordillera Subandina de Origen Cretáceo	Naturaleza principalmente calcárea
10	Montañas de sedimentos antiguos Precámbricos-Paleozoicos (Cordillera Oriental)	Correspondiente a la cordillera Oriental
11	Abanicos menores de la Cordillera Subandina	Relieves geomorfológicos plano inclinados generados por grandes deslizamientos de tierra
12	Montañas de la Sierra del Divisor	Remanentes de la cordillera subandina enclavada dentro de la llanura amazónica
13	Valles aluviales de origen andino	Valles encañonados profundos con sedimentos semi e inconsolidados con inestabilidad tectónica
14	Terrazas de las formaciones de capas rojas continentales de la llanura amazónica tropical	Parches dispersos en grandes extensiones en terrazas altas y medias
15	Colinas de las formaciones de capas rojas continentales de la llanura amazónica tropical	Parches dispersos del Cenozoico de geoformas onduladas en la cordillera subandina
16	Terrazas de la formación Pebas de la llanura amazónica tropical	De carácter regional en la localidad de Pebas con facies de depositación
17	Colinas de la formación Pebas de la llanura amazónica tropical	Relieves ondulados de la formación Pebas formados en la llanura amazónica
18	Terrazas de las formaciones de capas rojas continentales de la llanura amazónica subtropical	Afloramiento de zona sur en Madre de Dios
19	Colinas de las formaciones Paleógenas-Neógenas continentales de la llanura amazónica subtropical	Dispersa en la parte central de la Amazonía
20	Depresión de Imiría	De origen tectónico que formó un gran lago en la llanura amazónica

## 2. DESCRIPCIÓN DE LAS MACROUNIDADES AMBIENTALES

### ABANICO DE PASTAZA

Esta unidad se ubica en la zona norte del país, entre los ríos Tigre, Pastaza, Morona y curso medio del río Marañón.

Esta unidad esta representada por geoformas de terrazas medias y terrazas bajas, con diferente grado de drenaje, predominando las zonas con mal drenaje. Esta formada por una extensa planicie de inundación integrada por lagos de valles bloqueados y enormes pantanos. En esta zona se puede observar una red intensa de drenaje y pequeñas quebradas, donde el material que transportan son depositados en forma diferencial, formándose franjas estrechas de zonas de drenaje bueno a moderado, continuando con una zona de drenaje imperfecto a pobre, hasta llegar a un área depresionada con depósitos de material mas fino con drenaje muy pobre como los “aguajales”.

Desde el punto de vista geológica se caracteriza, generalmente, por la presencia de sedimentos volcánicos de origen explosivo (cenizas volcánicas), originados en las erupciones volcánicas ocurridas en la parte norte del Perú, adyacente al sector ecuatoriano de la cordillera de los Andes, las que se extienden por la mayor parte de la cuenca Pastaza-Morona. También se presenta algunos afloramientos de otras formaciones, como la Formación Nauta, que constituyen sedimentos areniscosos y limosos, de tonalidad algo rojiza, que datan del Plioceno-Pleistoceno. La mayoría de los suelos son superficiales, debido al nivel freático fluctuante; también se puede encontrar suelos profundos a moderadamente profundos en los diques o albardones, en las orillas o quebradas de la zona.

La cubierta vegetal esta conformada por una compleja, y heterogénea, fisionomía de comunidades adaptadas a los ambientes hidromórficos, tales como las lagunas o “cochas”, presentando vegetación de los pantanos herbáceos y arbustivos, pantanos arbóreos, “aguajales” densos y mixtos, que abarcan la mayor superficie interior de la unidad; y a las terrazas bajas y medias, no inundables, localizadas en las márgenes izquierda de los ríos Marañón y Morona, ambas márgenes del río Pastaza, margen derecha del río Tigre y ambas márgenes de sus respectivos afluentes interiores.

La vegetación herbácea, de los pantanos y espejos de aguas, está conformada, principalmente, por especies acuáticas y subacuáticas, flotantes y arraigadas, o de aguas someras, representadas por poáceas, ciperáceas, aráceas, ninfáceas, y oenoteráceas. Las comunidades leñosas de arbustos y árboles ocupan la periferia de los cuerpos de agua, formando matorrales abiertos y densos asociados con palmeras espinosas, o comunidades pantanosas densas denominadas “renacales” y “ñejillales”, representadas por *Ficus trigona*, *Coussapoa trinervia*, *Bactris concinna* y otras. En las comunidades de palmeras, se diferencian mayormente los “aguajales” densos y mixtos, caracterizados por la dominancia, en densidad y dosel, de *Mauritia flexuosa* asociada con *Euterpe precatoria*, *Mauritiella aculeata*, *Astrocaryum* sp. y *Elaeis oleifera* (IIAP/WWF OPP 1999, F. Encarnación, apuntes personales). En las terrazas bajas la composición florística es heterogénea, arborea de latifoliadas, con cierta presencia de palmeras *Oenocarpus bataua*, *Scheelea* sp. (CDC UNALM/WWF OPP 2002).

### Especies representativas

Herbáceas acuáticas y subacuáticas: *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, *Utricularia* sp., *Pontederia rotundifolia*, *Heteranthera reniformis*, *Ceratopteris pteridoides*, *Ludwigia helmithorrhiza*, *Ipomoea aquatica*, *Luziola* sp., *Echinochloa polystachya*, entre otros. (IIAP/WWF OPP 1999, F. Encarnación, apuntes personales).

Palmeras, árboles y arbustos: *Mauritia flexuosa*, *Mauritiella aculeata*, *Euterpe precatoria*, *Astrocaryum* sp., *Elaeis oleifera*, *Ficus trigona*, *Coussapoa trinervia*, *Hura crepitans*, *Macrolobium acaciifolium* (IIAP/WWF OPP 1999, CDC UNALM/WWF OPP 2002, F. Encarnación, apuntes personales)

### LLANURAS DE INUNDACIÓN DE ORIGEN ANDINO

Se ubica en forma longitudinal, y adyacente, a las márgenes de los ríos principales, cuyo origen de cuenca se encuentra en la vertiente oriental de la cordillera de los Andes, como Putumayo, Napo, Tigre, Pastaza, Morona, Santiago, Marañón, Ucayali, Amazonas, Tambo, Perené, Ene, Apurímac, Urubamba, Manu y Madre de Dios.

Esta unidad se caracteriza por presentar, generalmente, sedimentos cuaternarios, de origen fluvial reciente, constituyendo sedimentos limoarenosos en algunos conglomerádicos, principalmente en las partes altas y medias del curso de los principales ríos, que drenan hacia la Amazonía. La característica del relieve geomorfológico es de una zona plana, inundable por la crecida de los ríos, que corren paralelamente a este sector. Estas inundaciones pueden ocurrir temporal y ocasionalmente, de tal forma que genera una renovación de los suelos, nutriéndolos y haciéndolos más fértiles.

Dentro de la clasificación de estas unidades morfológicas tenemos las terrazas bajas de drenaje moderado, terrazas bajas de drenaje muy pobre (en pequeñas áreas, pero se manifiestan), terrazas bajas de drenaje imperfecto y los complejos de orillares.

Litológicamente está conformada por materiales del Cuaternario reciente (Holoceno). Los suelos son desde superficiales a moderadamente profundos, limitados por los niveles freáticos fluctuantes, por los que se puede determinar un drenaje interno que varía desde pobre a moderadamente profundo, con textura que varía desde franco-

arenosa, pasando por franco-limosa. En esta unidad se identificaron los siguientes grandes grupos de suelos: Entisoles como los, Epiaquents y Udifluvents, y algunos suelos ligeramente desarrollados como los Eutropepts, asimismo, se pudieron identificar los siguientes paisajes: islas, orillares y terrazas bajas.

Por las características que presenta la fisiografía y los suelos, la mayor parte de esta zona está destinada para protección, asociada con producción forestal y cultivo en limpio en los complejos de orillares; para cultivo en limpio en las terrazas bajas de drenaje bueno a moderado, y para protección en las áreas depresionadas, con drenaje muy pobre como los "aguajales".

En general, la estructura y composición florística de las comunidades vegetales son de tipo sucesional cronológico, en gradientes desde portes herbáceos hacia bosque climácico (Encarnación 1985, 1993, Puhakka *et al.* 1993). La estructura herbácea, menores de 1 m de alto, con especies colonizadoras y pioneras, ocupa los terrenos con suelos aluviales recientes, cercanos a los ríos, y las especies leñosas, arbustivas y arbóreas, con alturas hasta 20-25 m, en las secciones alejadas de los cauces fluviales. Las comunidades vegetales están ligadas, directa o indirectamente, a los gradientes de inundación generados por las crecientes periódicas y estacionales de los ríos, diferenciándose la vegetación sucesional arbustivo-arbórea de las llanuras meándricas, los bosques de las terrazas bajas inundables periódica y estacionalmente, los aguajales mixtos, y el mosaico complejo de pantanos herbáceos y arbustivos, y los pantanos arbóreos (Encarnación 1985, 1993, Puhakka *et al.* 1993). Las tres últimas comunidades son más frecuentes en los cursos medio y bajo de los grandes ríos, donde la amplitud del valle es grande y el suelo predominante es arcilloso limoso; mientras que en sus cursos superiores los valles son más angostos y tienen cierta proporción de arenas gruesas y gravas finas (Räsänen 1993). Estos caracteres determinan las adaptaciones de las especies.

En la cubierta vegetal de las llanuras meándricas, se puede distinguir tres fisionomías sucesionales. Una de tipo herbáceo, con especies anuales y de período vegetativo corto con portes alrededor de 1 m de alto; otra de tipo arbustivo arbóreo, entre 3 y 8 m de alto, con especies leñosas de arbustos y árboles, cañas, enredaderas formando matorrales densos y árboles emergentes, o en secciones o parches de comunidades puras de *Gynerium sagittatum*, *Cecropia* sp., *Calycophyllum spruceanum*, *Clarisia racemosa*, entre otros; y una tercera, conformado por bosque propiamente dicho, hasta 20-25 m de alto, de composición florística heterogénea, distribuida según el relieve de las depresiones y restingas longitudinales o planicies, con predominio de árboles grandes y medianos, con troncos de buen diámetro, muchos de ellos con aletas, formas arbustivas gigantes, palmeras estipitadas, exhuberancia de bejucos y escasas hierbas (Encarnación 1993; Puhakka *et al.* 1993). Entre las llanuras meándricas se intercalan, en forma dispersa, el mosaico de lagunas o "cochas" longitudinales, y pantanos con especies herbáceas de gramíneas, ciperáceas, y matorrales boscosos con palmeras espinosas de porte cespitosos de *Bactris* sp., y árboles dispersos llamados "renacales" (*Ficus* sp. y *Coussapoa* sp.) y "pungales" (*Pseudobombax munguba*) (Encarnación 1985, IAP/WWF OPP 1999).

Los bosques de las terrazas bajas inundables, generalmente ocupan fajas amplias y continuas, sobre terrenos planos o con microondulaciones; los suelos están constituidos por sedimentos fluviales recientes, y están expuestos a las inundaciones en períodos de "crecientes normales". El bosque corresponde a una etapa de sucesión más madura, con árboles vigorosos y dosel más desarrollado, que puede superar los 25 m de altura, sotobosque relativamente ralo, abundancia de lianas y epífitos, con especies de *Protium* (copal), *Garcinia* (charichuelo), *Guarea* (requia), *Virola* (cumala), *Maquira* (capinuri), *Eschweilera* (machimango), *Xylopia* (espintana), *Licania* (apacharama, parinari) y palmeras de *Iriartea* (cashapona), *Oenocarpus* (ungurahui), *Socratea* (huacrapona), *Astrocaryum* (huicungo, chambira), *Phytelephas* (yarina) y *Euterpe* (huasai).

Generalmente, a continuación de las llanuras meándricas, y a las terrazas bajas inundables, se hallan las comunidades de "aguajales densos y mixtos", con dosel que supera los 25 m de alto, y densidades de palmeras, *Mauritia flexuosa* "aguaje", mayores de 100 individuos/ha, asociadas a *Euterpe precatoria* "huasai", *Mauritiella aculeata* "aguajillo" (Mejía *et al.* 2000).

### LLANURAS DE INUNDACIÓN DE ORIGEN AMAZÓNICO

Como en la unidad anterior, su ubicación es en fajas longitudinales, diseminadas y laterales, adyacentes a los ríos tributarios de origen andino, cuyos orígenes de cuenca se ubican en la selva baja, desde sus nacientes en las colinas altas aisladas o chichones y en las colinas bajas. Por consiguiente, las longitudes son relativamente cortas respecto a las de origen andino. Se distinguen en la cuenca del Putumayo (ríos Peneya, Curaya, Angusilla, Yuvinetto, Campuya, Eré, Algodón, Sacha Algodón, Mutum, Yaguas, Cotuhe), cuenca del Napo (ríos Arabela, Santa María, Tamboryacu, Mashiri, Yanayacu, Tacshacuraray, Mazán, Sucusari), cuenca del Amazonas (ríos Apayacu, Ampiyacu, Yahuashyacu, Atacuari, Loretoyacu, Orosa, Maniti, Tamishayacu, Tahuayo, Nanay-Chambira, Itaya), cuenca del Ucayali (ríos Tapiche, Abujao, Tamaya, Sheshea, Inuya, Sepahua, Pacaya, Samiria), cuenca del Yavarí (ríos Yavarí-Mirim, Esperanza, Gálvez), cuenca del Purús (ríos Purús, Curanjá, Torolluc), cuenca del Acre (ríos Acre, Tahuamanu, Muiymanu, Manuripe), cuenca de Las Piedras (ríos Las Piedras, Pariamanu, Los Amigos) y cuenca del Heath.

Los sedimentos que las caracterizan están constituidos, principalmente, por materiales que fueron erosionados de las formaciones litoestratigráficas más antiguas (Pebas, Ipururo, Nauta, Madre de Dios, Ucayali, entre otros.), que luego fueron transportados y depositados en las márgenes de los ríos, constituyendo sedimentos limo arcillosos, y en algunas ocasiones limoarenosos. La configuración de esta unidad corresponde a una faja alargada, de relieve plano cóncavo y

sectores depresionados con charcos o “aguajales”, laterales y paralelos a los cauces de los ríos. La edad de estos sedimentos data desde el Cuaternario holocénico. Las geoformas que constituyen esta unidad se encuentran clasificadas como terrazas bajas de drenaje moderado, imperfecto y muy pobre; por ejemplo, los complejos de orillares.

En esta llanura de inundación, los suelos que se pueden reconocer según “Key to Soil Taxonomy” de USDA-NRCS (1998), pertenecen a los grandes grupos Epiaquents, Fluvaquents, Dystrudepts. En estos se debe tomar en cuenta las relativas altas concentraciones de los materiales húmicos y fúlvicos que transportan estos ríos. Litológicamente, está formado por materiales del Cuaternario reciente. Presenta suelos moderadamente profundos, arcillosos, bien estructurados y friables, y suelos superficiales por el nivel freático fluctuante, donde los suelos son limo-arcillosos, friables y masivos. La fertilidad natural es moderada a baja, y presenta deficiencias de fósforo, nitrógeno y potasio. El nivel freático y el drenaje interno que presenta esta zona, determinan la mayor parte de su capacidad de uso para protección.

Como en las llanuras de origen andino, las comunidades vegetales están ligadas, directa e indirecta, a los gradientes de la inundación estacional de los ríos, en cuyos cursos inferiores se halla la vegetación sucesional arbustivo-arbórea de las llanuras meándricas (Encarnación 1993, Puhakka *et al.* 1993), de muy poca amplitud debido a las correspondientes características del cauce, intercalado por el mosaico complejo de pantanos herbáceos y arbustivos, y los pantanos arbóreos (Puhakka *et al.* 1993), que lateralmente se continua con comunidades adaptadas a las terrazas bajas inundables estacionales y los aguajales mixtos. La fisionomía del conjunto, en general, es similar a las de origen andino, con las variantes que, en sectores los bosques, de las terrazas bajas, conformados por árboles con ramas aparasoladas, sombrean al espejo de agua (Encarnación 1993). Las llanuras del Nanay-Chambira y Mazán presentan particularidades en la fisionomía (estructura y composición florística), porque los sectores de llanuras meándricas son de mínimas extensiones, y las especies están adaptadas a los suelos de arena blanca y a los flujos estacionales de las aguas negras (Encarnación 1985, 1993, IIAP/WWF OPP 1999).

### Especies representativas

Matorral arbustivo-boscoso: *Tabernaemontana*, *Piper* sp., *Bredemeyera* sp., *Combretum* sp., *Scleria* sp., *Inga* sp., *Triplaris* sp., *Macrolobium acaciifolium*, *Cecropia* sp. y palmeras *Astrocaryum* sp. (huiririma) (Encarnación 1985, 1993, IIAP/WWF OPP 1999).

Bosques: *Campsiandra laurifolia*, *Macrolobium acaciifolium*, *Symmeria paniculata*, *Maclura tinctoria*, *Mollia* sp., *Peltogyne* sp., *Sapium*; o marrón anaranjada y exfoliantes como *Eugenia patrisi*, *Myrciaria dubia*, *Mouriri* sp., *Triplaris* sp., asociados a palmeras como *Astrocaryum* sp. Entre los árboles emergentes destaca *Eschweilera* sp. (Encarnación 1985, 1993, IIAP/WWF OPP 1999).

### DEPRESIÓN UCAMARA

Esta unidad se ubica en la parte central del departamento de Loreto, entre los ríos Ucayali y Marañón (*Uca*: Ucayali, *Mara*: Marañón), de donde proviene el nombre, e incluye parte de la margen izquierda del río Tapiche.

La particularidad de esta unidad morfotectónica, es que se encuentra en un área depresionada, hidromórfica, con características geológicas muy particulares, conformando un Horst graben (fallamiento en bloques), limitada por los ríos Marañón y Ucayali. Geológicamente, se encuentra conformada mayormente por sedimentos Cuaternarios antiguos, subrecientes y recientes de origen fluvial, lacustrino (depósitos Ucamara) y palustres. Su constitución litológica esta compuesta por sedimentos arcillosos, limosos, limoarenosos y, en algunas ocasiones, turberas y material arcilloso con abundante materia orgánica. Es una zona donde la acumulación de sedimentos aún continúa por ser una zona muy activa, y expuesta a las inundaciones periódicas, que se manifiestan especialmente en los períodos lluviosos. Esto ha generado geoformas de terrazas bajas, de drenaje muy pobre (pantanos y aguajales, tipishcas, entre otros.), terrazas bajas de drenaje imperfecto y, en menor proporción terrazas bajas de drenaje moderado; también se hallan complejos de orillares (antiguos, subrecientes y recientes).

Presenta suelos de origen fluvial reciente, de textura que varía de moderadamente gruesa a moderadamente fina, con reacciones de muy fuertemente ácida a neutra. De acuerdo a la clasificación de “Key to Soil Taxonomy” de USDA-NRCS (1998), se han identificado los grandes grupos Epiaquents, Fluvaquents y Dystrudepts. La mayor parte de esta unidad, presenta aptitud potencial para protección y producción forestal, debido al drenaje de imperfecto a muy pobre que presenta, y en menor proporción, para cultivo en limpio, usando especies de corto período vegetativo.

La estructura y composición florística de esta área, es similar a la del Abanico de Pastaza, adaptada a los ambientes y ecosistemas hidromórficos, donde las comunidades vegetales, aguajales, pantanos herbáceos y arbustivos, pantanos arbóreos y bosques de terrazas bajas inundables, son más extensos, amplios y definidos; por tanto la fisionomía de las comunidades es más homogénea (IIAP/FPCN 1993).

La vegetación herbácea de los espejos de aguas, y pantanos diversos ocupa extensiones amplias, y está conformada, principalmente, por especies acuáticas y subacuáticas, flotantes y arraigadas, representadas por poáceas, ciperáceas, aráceas, ninfáceas, oenotráceas y otras. En sectores, se forman extensas áreas, sea en masas flotantes sobre los



espejos de agua, llamados “tamalones”, o en aguas someras en forma de “vegetación de sabanas” (IIAP/WWF OPP 1999, F. Encarnación, apuntes personales). Las comunidades leñosas de arbustos y árboles de pantanos, ocupan la periferia de los cuerpos de aguas formando matorrales abiertos y densos, asociados con palmeras espinosas denominados “renacales” y “ñejillales”, representadas por *Ficus trigona*, *Coussapoa trinervia*, *Bactris concinna* y otras (IIAP/WWF OPP 1999, F. Encarnación, apuntes personales). Las comunidades de “aguajales” son más extensas y amplias, en un mosaico de tipos densos y mixtos, caracterizados por la dominancia en densidad y dosel de *Mauritia flexuosa*, asociada con *Euterpe precatoria*, *Mauritiella aculeata*, *Astrocaryum* sp. y *Elaeis oleifera* (CDC UNALM/WWF OPP 2002, F. Encarnación, apuntes personales). En las terrazas bajas, la composición florística es heterogénea, con cierta presencia de palmeras *Spondias mombin*, *Oenocarpus bataua*, *Scheelea* sp. (CDC UNALM/WWF OPP 2002).

### Especies representativas

Herbáceas acuáticas y subacuáticas: *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, *Utricularia* sp., *Pontederia rotundifolia*, *Heteranthera reniformis*, *Ceratopteris pteridoides*, *Ludwigia helminthorrhiza*, *Ipomoea aquatica*, *Luziola* sp., *Echinochloa polystachya* (CDC UNALM/WWF OPP 2002, F. Encarnación, apuntes personales).

Palmeras, árboles y arbustos: *Mauritia flexuosa*, *Mauritiella aculeata*, *Euterpe precatoria*, *Astrocaryum* sp., *Elaeis oleifera*, *Ficus trigona*, *Coussapoa trinervia*, *Hura crepitans*, *Macrobium acaciifolium* (CDC UNALM/WWF OPP 2002, F. Encarnación, apuntes personales).

### PACALES

Comprende extensas áreas ubicadas en la zona sur de la selva amazónica, comprendiendo parte de los departamentos de Junín, Ucayali, Cusco y Madre de Dios.

En el substrato, las secuencias litológicas se presentan generalmente en sedimentos del Terciario y Cuaternario, las secuencias del Terciario están representadas por las formaciones geológicas Ucayali, Madre de Dios e Ipururo, mientras que las secuencias del Cuaternario están representadas por los depósitos pleistocénicos (depósitos aluviales antiguos), cuya constitución litológica consiste de arcilla, limoarcillas y arenoarcillitas y holócenicos (depósitos aluvio-fluviales recientes) con sedimentos de limo, arena y limoarena, y en algunas ocasiones limoarcillas. El relieve que ocupa esta unidad ecológica corresponde principalmente a las colinas y terrazas altas.

Según el “Key to Soil Taxonomy” de USDA-NRCS (1998), estos suelos pertenecen a los grandes grupos Dystrudepts, en las terrazas altas, y Hapludults, en las áreas colinosas. Los suelos presentan un buen desarrollo genético, con perfiles tipo ABC (ver Tabla 7), con presencia de arcilla iluvial en forma de películas de arcillas (*clay skin*) en los peds<sup>1</sup>. Son suelos de color pardo, pardo oscuro a rojo amarillento, de textura media a moderadamente fina y sobre fina. Químicamente son de reacción extremada a muy fuertemente ácida, contenido medio de materia orgánica y potasio, y bajo contenido de fósforo, además presenta una alta saturación de aluminio.

<sup>1</sup> Peds: Las partículas del suelo no se encuentran aisladas, forman unos agregados estructurales que se llaman peds, estos agregados (o terrones) por repetición dan el suelo. Los agregados están formados por partículas individuales (minerales, materia orgánica y huecos) y le confieren al suelo una determinada estructura. Fuente: Carlos Dorronsoro. Introducción a la Edafología. Departamento de Edafología y Química Agrícola, Universidad de Granada, España, [www.edafologia.net](http://www.edafologia.net).



**Tabla 7.** Descripción general de los horizontes del perfil del suelo. Para designar a los horizontes del suelo se usan un conjunto de letras y de números los que se utilizan para describir el perfil del suelo, p.ej. perfil ABC significa que el suelo tiene los horizontes A, B y C.

Horizonte		Descripción
O	Profundidad incrementa ↓	De color negro y con materiales orgánicos en diferentes etapas de descomposición, la parte más fértil del suelo
A		De color pardo o marrón, con materias orgánicas e inorgánicas (arena, arcilla, limo, cascajo)
B		De diferentes colores según la composición (castaño, amarillo, blanco, rojo), predominan las materias inorgánicas (arena, arcilla, piedras, compuestos minerales, entre otros)
C		La roca madre, puede estar muy superficial o a gran profundidad, puede denominarse en ocasiones D o R, dependiendo de si ha comenzado a sufrir o no el proceso de meteorización

**Fuente:** Brack & Mendiola 2000, y Carlos Dorronsoro. Introducción a la Edafología. Departamento de Edafología y Química Agrícola, Universidad de Granada, España, www.edafologia.net.

Su aptitud potencial es para pastos y cultivos permanentes en las terrazas y colinas con pendientes suaves (0-15%), aprovechamiento forestal en las colinas con pendientes entre 15-50%, y protección en las colinas con pendientes mayores del 50 %.

En la fisionomía de las comunidades vegetales se distingue los tipos de formaciones densas y mixtas, según densidades de la cobertura o dominancia de *Guadua* sp. “paca” o “bambú silvestre”, en asociación con las especies arbóreas de latifoliadas y palmeras. Los ejes o cañas alcanzan alturas mayores de 20 m, provistos de espinas caulinares ramificadas. Estas comunidades se desarrollan en distintas unidades fisiográficas, como terrazas bajas, medias y altas, colinas bajas y colinas altas, y laderas de montañas. Los “pacales” densos ocupan áreas pequeñas dispersas en “parches”, y crecen generalmente en las terrazas, donde tienen una cobertura de dominancia en porcentajes que varían de 70 a 100 %, donde los árboles de latifoliadas y palmeras son ralos y dispersos. Las mayores extensiones se hallan los cursos medio e inferior de los ríos Tambo, Breu y Torolluc, Urubamba, y curso superior de los ríos Madre de Dios, Távara y Tambopata, Las Piedras, Acre, Tahuamanu y Purús. Los “pacales” mixtos abarcan extensiones amplias, y se hallan generalmente sobre superficies colinosas y de laderas de montañas con superficies más amplias, con una cobertura asociada a especies de árboles de latifoliadas y palmeras, en intensidades que varían entre 30 a 70 %. Las mayores extensiones se hallan en el curso bajo del río Madre de Dios, ríos Pariamanu, Manuripe y Tahuamanu - Acre.

**Especies representativas**

Las “pacas”: *Guadua sarcocarpa* (2 subespecies), *Guadua weberbaueri*, *Guadua angustifolia*, *Merostachys* sp., *Cedrelinga cateniformis*, *Huberodendron swietenoides*, *Couratari decandra*, *Inga* sp., *Parkia* sp., *Triplaris* sp., *Guarea* sp., *Perebea* sp., *Poulsenia armata*, *Chorisia integrifolia*, *Brosimum guianense* y *Dipteryx odorata* y otras.

**PAJONALES**

Son unidades dispersas en parches que se ubican en las zonas altoandinas de la cordillera de los Andes, debido a que la altitud de algunas montañas superan al conjunto paisajístico. Generalmente, estos relieves presentan laderas fuertemente empinadas, como las montañas plegadas estructurales, montañas altas y algunos sistemas de colinas altas.

En el substrato existe una gran diversidad de clases de secuencias litológicas, debido al carácter disperso de la unidad. Su distribución se engloba tanto en la unidad ambiental altoandina de la Cordillera Oriental, como en la faja Subandina. En la cordillera oriental, la secuencia litológica corresponde a las formaciones paleozoicas (metamórficas, ígneas metamorquizadas), mientras que en la parte subandina, se le encuentra en rocas calcáreas y pelíticas de las formaciones Cretáceas, y en algunas formaciones Jurásicas y Triásicas, cuya litología constituye una alternancia de secuencia calcáreas (Grupo Pucara) y areniscosas de origen continental (Formación Sarayaquillo).

La ubicación de esta unidad ecológica es indistinta, en las laderas de la zona transicional de la cordillera oriental, así como en las formas de terrazas, en el Obenteni, al sur de la cordillera del Sira, donde alcanza su mayor extensión.

En las laderas de la zona transicional, de acuerdo al “Key to Soil Taxonomy” de USDA-NRCS (1998), los suelos pertenecen al gran grupo Udorthents, muy superficiales debido al contacto lítico que se encuentra muy cerca de la superficie, sin desarrollo genético, con bajo contenido de materia orgánica, la textura varía de franco arenoso a franco

arcilloso, de reacción extremadamente ácida. Los suelos ubicados en las terrazas son suelos profundos a muy profundos que, de acuerdo al "Key to Soil Taxonomy" de USDA-NRCS (1998), pertenecen al gran grupo de Hapludults, de textura arcillosa, predominantemente de color rojo oscuro, de perfil tipo ABC, de reacción fuertemente ácida a moderadamente ácida, y la saturación de bases varía de media a baja.

Su aptitud potencial es para pastos y cultivos permanentes en las terrazas, y protección en las laderas de montañas con pendientes mayores del 50 %.

La cobertura vegetal es pobre debido a las limitaciones climáticas, y como consecuencia de estas, a las limitaciones edáficas; la vegetación predominante tropical, leñosa, arbórea y arbustiva, cambia a vegetación templada de tipo herbácea, frágil, con presencia de vegetación graminal, asociada con especies de helechos y muy pocas especies arbustivas leñosas de hojas coriáceas.

### VARILLALES

Estas se ubican muy cerca de la ciudad de Iquitos, entre los ríos Nanay e Itaya, con una fisionomía y estructura muy diferente al bosque húmedo tropical; se desarrolla en forma de parches, aparentemente influenciados por el factor edáfico, ya que estas generalmente se ubican sobre arenas blancas, carentes de una buena fertilidad.

Esta unidad presenta características peculiares bien definidas, debido a que en su constitución sedimentológica, aflora y se resalta las arenitas cuarzosas, de tonalidad blanquecina, de origen fluvial. En algunos sectores de esta unidad, también se presenta arenitas de tonalidad amarillenta a rojiza, debido a los óxidos de las arcillas de las formaciones que se encuentran adyacentes a esta unidad. A esta secuencia litoestratigráfica se le ha denominado Formación Iquitos, por estar dispersos en el área de influencia de la localidad de Iquitos.

Representa una zona plana, ligeramente levantada debido a los constantes movimientos tectónicos, producidos a través de diferentes períodos geológicos en la cuenca del río Nanay. Está conformada por terrazas medias y altas de drenaje moderado.

De acuerdo al "Key to Soil Taxonomy" de USDA-NRCS (1998), los suelos pertenecen a los grandes grupos Quarzipsamments y Epiaquods. Son suelos que no presentan desarrollo genético, con perfiles tipo AC, son de color pardo a pardo oscuro sobre blanco, de textura gruesa, profundos y drenaje excesivo en los Quarzipsamments, y superficial y drenaje lento en los Epiaquods. Químicamente son de reacción extremada a fuertemente ácida, con bajo contenido de materia orgánica, bajo contenido de fósforo y potasio disponible.

Su aptitud potencial es para producción forestal en las zonas con pendientes planas a ligeramente inclinadas, y protección en las áreas con pendientes mayores del 25 %.

Las comunidades de árboles, arbolillos y arbustos presentan alto grado de polimorfismo caulinar, con troncos muy delgados, portes erguidos, rectos, y alturas de 5 a 20 m, copas reducidas en relación con el bosque del entorno, follaje esclerófilo y coriáceo, adaptadas a suelos hidromórficos y xeromórficos de arena blanca, interrelacionada a la presencia de una capa podzólica muy compactada e impermeable. Por estas condiciones del suelo, se distinguen los "varillales" de tipo húmedo y de tipo seco, generalmente, en comunidades dispuestas de manera concéntrica y centrípeta, con los "varillales húmedos" en el centro. Las condiciones de hidromorfía y de xeromorfía, la profundidad de capa de arena en relación con la capa podzólica impermeable y polimorfismo caulinar de las especies, determinan formaciones boscosas de arbolillos a matorrales arbustivos de 1 a 5 m de alto, llegando a vegetación calvera, que se denomina como "chamizales".

### Especies representativas

Varillales secos: *Tapirira retusa*, *Aspidosperma rigidum*, *Macoubea guianensis*, *Pourouma tomentosa*, *Hirtella* sp., *Buchenavia congesta*, *Sloanea brevipes*, *Oenocarpus bataua*, *Socratea exorrhiza*, *Memora cladotricha*, *Dacryodes* cf. *peruviana*, *Gavarretia terminalis*, *Glycydendron amazonicum*, *Hevea guianensis*, *Micrandra spruceana*, *Dendrobangia boliviana*, *Dialium guianense*, *Hymenaea oblongifolia*, *Macrobium limbatum*, *Tachigali* cf. *bracteosum*, *Brosimum utile*, *Helicostylis scabra*, *Iryanthera lancifolia*, *Eugenia florida*, *Neea* sp., *Zanthoxylum* sp., *Cupania hispida*, *Chrysophyllum bombycinum*, *Theobroma subincanum*, *Erismia bicolor*, y otros.

Varillales húmedos: *Pachira brevipes* "punga de varillal", *Caraipa* sp. "aceite caspi", *Humiria balsamifera*, *Dicymbe* sp., *Mauritia carana*, *Euterpe catanga*.

### COLINAS DE LA CORDILLERA SUBANDINA PALEÓGENAS-NEÓGENAS

Está ubicada, espacialmente, en contacto con los valles aluviales de origen andino, constituyendo una zona transicional hacia la parte más elevada (montañas); su exposición se manifiesta en la cuenca del río Santiago, en el departamento de Amazonas. También se extiende como una franja alargada por la ladera de la Cordillera de Campanquiz, mientras que su mayor exposición se encuentra en el departamento de San Martín, donde adquiere mayor relevancia. Afloramientos de esta unidad también se observan en los departamentos de Huanuco, Pasco y Junín.

Su relieve está caracterizado por los sistemas de colinas bajas y altas, de edad Cenozoica. Su constitución litológica está constituida por sedimentos semiconsolidados a consolidados, originados en un ambiente continental reductor, de

naturaleza Psamítica (areniscas), intercalado con estratos delgados, pero en menor proporción, de lutitas, lodolitas, limolitas y limoarcillitas, que pertenecen a afloramientos que se formaron desde el Paleógeno hasta fines del período Neógeno.

Cabe indicar que esta unidad se encuentra englobada en la Cordillera Subandina, destacando su posición dentro de las montañas, debido a que constituye una zona de geformas onduladas, donde se realizan actividades agropecuarias. Estructuralmente, se encuentra ligado a la influencia de las fallas y fracturas que afectan las unidades Cretáceas, Jurasicas y Triásicas. Los suelos que se ubican en esta zona son residuales, desarrollados *in situ* a partir de materiales sedimentarios. No presentan desarrollo genético, presentan un perfil tipo ACR; son superficiales a muy superficiales, de color pardo fuerte a pardo amarillentos, de textura media a moderadamente fina. Químicamente, son suelos de reacción extremadamente ácida, contenido medio a bajo de materia orgánica, bajo en fósforo disponible y medio en potasio; estas características le confieren una fertilidad natural baja.

Presentan una alta susceptibilidad a la erosión pluvial, que se acrecentará si se produjese una deforestación masiva, debido a su pendiente abrupta y su posición fisiográfica. Su aptitud potencial es para tierras de protección, debido a su superficialidad y al riesgo de erosión.

En los bosques de colinas bajas y altas, según los tipos de relieves y las respectivas pendientes, se pueden diferenciar dos aspectos en la fisionomía de la cobertura vegetal. En los bosques de colinas bajas y altas con pendientes moderadas, los suelos tienen regular proporción de humus, la fisionomía predominante es arbórea, asociada con especies de palmeras y comunidades densas de helechos arbóreos, los árboles son de portes dominantes, mayores de 20 m de alto, con fustes gruesos y rectos, con copas amplias, densas y tupidas; y sotobosque abundante con formas herbáceo-arbustivas y suculentas de aráceas y marantáceas, y herbáceas como gesneriáceas y acantáceas.

### Especies representativas

*Sobralia rosea* "orquídea", *Tabebuia* sp. "guayacán", *Bactris* sp. "ñejillas", *Bougainvillea* sp., *Eriotheca ruizi*, "punga", *Hura crepitans* "catahua", *Astrocaryum* "chambira", *Croton lechleri* "sangre de grado", *Chrysophyllum* sp. "quinilla", *Inga* sp. "shimbillos", *Sloanea* sp. "cepanchinas", *Triplaris* sp. "tangarana", *Brosimum guianense* "palisangre", *Diplotropis* sp. "palisangre", y otras.

### MONTAÑAS DE LA CORDILLERA SUB ANDINA DE ORIGEN CRETÁCEO

Constituye una de las zonas más extensas y elevadas del área de estudio, su forma es de una franja alargada, que se expone de Norte a Sur por casi todo el territorio peruano, adelgazándose hacia el Sur, en el nudo de Vilcanota, donde se estrangula y pierde su continuidad, se limita hacia el oeste con la Cordillera Oriental.

Esta unidad está conformada por relieves de gran altitud, como son los sistemas de montañas, principalmente, de la era Mesozoica; así tenemos a las montañas altas, montañas estructurales plegadas, espinazos y ladera estructural.

Su constitución litoestratigráfica esta constituida por rocas de naturaleza calcárea y pelítica (lutitas, limoarcillita, arcillitas), intercaladas con estratos gruesos, pero en menor proporción de areniscas, perteneciendo la mayor parte a afloramientos que se formaron durante el Cretáceo, y en ciertos sectores a formaciones Jurasicas y Triásicas. Esta unidad se encuentra tectónicamente muy fallada y es muy activa.

En la Región Subandina, el Cretáceo inferior está representado por las secuencias inferiores del Grupo Oriente, que incluye a las formaciones Cushabatay, Esperanza y Aguas Calientes. El Grupo tiene litología heterogénea, más calcárea en sus afloramientos occidentales, y areno-arcillosa en las partes más orientales. En esta unidad también se observa la sedimentación de una serie marina (Grupo Pucará), la cual se generaliza en el Triásico medio y luego continúa hasta el Jurásico inferior; esta constituida por calizas grises y oscuras, carbonosas, en estratos de potencia media, intercaladas con lutitas y calizas dolomíticas. La otra de la facie continental, que se inicia en el Jurásico medio a superior en la cuenca oriental (Oxapampa y Tingo María) consiste de una secuencia molásica rojiza, intercalada con areniscas, lutitas, arcillas y horizontes conglomerádicos.

Esta unidad se caracteriza por presentar estructuras plegadas y falladas, las alturas de estas montañas oscilan desde los 400 a 1200 msnm. Los suelos que se ubican en esta zona son residuales, desarrollados *in situ* a partir de materiales sedimentarios. No presentan desarrollo genético, presentan un perfil tipo ACR; son superficiales a muy superficiales, de color pardo fuerte a pardo amarillentos, de textura media a moderadamente fina. Químicamente, son suelos de reacción extremadamente ácida, contenido medio a bajo de materia orgánica, bajo en fósforo disponible y medio en potasio; estas características le confieren una fertilidad natural baja.

Presentan una alta susceptibilidad a la erosión pluvial, que se incrementará si se produjese una deforestación masiva, debido a su pendiente abrupta y su posición fisiográfica. Su aptitud potencial es para tierras de protección, debido a su superficialidad y al riesgo de erosión.

En las colinas altas, con cimas agudas y pendientes muy empinadas, y en los bosques de montañas, los suelos superficiales o rocosos son factores limitantes para el desarrollo de las especies, originando caracteres xerofíticos, como follaje esclerófilo y corteza muy suberosa; los árboles presentan algunas deformaciones como manifestaciones del polimorfismo, particularmente, con fustes levemente retorcidos, portes bajos y achaparrados, cuyas ramas forman enmarañados, abundancia de bejucos, y exhuberancia de epifitas bromeliáceas y orquídeas.

### Especies representativas

*Sobralia rosea* "orquídea", *Tabebuia* sp. "guayacán", *Bactris* sp. "ñejillas", *Bougainvillea* sp., *Eriotheca ruizi*, "punga", *Hura crepitans* "catahua", *Astrocaryum* "chambira", *Croton lechleri* "sangre de grado", *Chrysophyllum* sp. "quinilla", *Inga* sp. "shimbillos", *Sloanea* sp. "cepanchinas", *Triplaris* sp. "tangarana", *Brosimum guianense* "palisangre", *Diplotropis* sp. "palisangre", y otras.

### MONTAÑAS DE SEDIMENTOS ANTIGUOS PRECÁMBRICOS-PALEOZOICOS (CORDILLERA ORIENTAL)

Unidad denominada también como ceja de selva, o vertientes orientales de los Andes, ubicada altitudinalmente a continuación de la Cordillera Subandina (selva alta), la que también se desplaza de norte a sur de la selva amazónica, sobre una fisiografía predominantemente montañosa. Representa la unidad más relevante del área de estudio, porque expone en su superficie las partes más altas, que tienen mayor amplitud y continuidad.

Su exposición de Sur a Norte se manifiesta desde el departamento de Puno, como una zona de montañas altas principalmente. En formas ocasionales, en algunos sectores se encuentran distribuidas las montañas bajas, ubicadas en los departamentos de Cusco, Junín, y San Martín; mientras que las montañas altas, es la geoforma que tienen mayor presencia, y se encuentra distribuida en todo el sector que corresponde a esta unidad ambiental. Su continuidad es la más rescatable, aunque ciertos indicios sugieren que pierde su continuidad en la cercanías de la localidad de Bagua, entre el Pongo de Rentema y Manseriche. Dentro de las geoformas que pueden observarse también se puede mencionar a las montañas plegadas estructurales, y montañas altas erosionadas y algunos valles transversales. La clasificación de estas unidades se presenta abajo.

Desde el punto de vista geológico, se encuentran caracterizadas por tener una litología, principalmente, de origen metamórfico e intrusivos metamorizados, indicando que estas secuencias han sufrido efectos de tectonismos, que se han desarrollado desde el Precámbrico hasta fines de la era Paleozoica, así se tienen:

Las unidades precambrianas están representadas por:

**El Complejo de Marañón-Pataz-Huánuco**, limitado por los ríos Marañón y Huallaga; **El Macizo de Chupahuasahuasi**; **Complejo de Vilcabamba** y **Complejo de Huaytapallana**. Encontrándose estas entre los paralelos 7°30' S y 13°0' S. Las rocas que caracterizan estos complejos y macizos están compuestas por esquistos, micaesquistos, filitas, anfibolitas, metavolcánicos, Gneiss, cuarcitas y paraderivadas, correspondiéndoles un metamorfismo regional de baja a intermedia presión.

Mientras que las unidades paleozoicas presentan dos unidades preferenciales:

**Paleozoico Inferior.** Comprende unidades formacionales, que van desde el Cámbrico-Ordovícico-Silúrico hasta principios del Devoniano. Estas unidades fueron depositados en un geosinclinal que abarcó la Cordillera de la Costa y el Llano Amazónico. Generalmente están constituidas por secuencias políticas (lodolitas, lutitas, arcillas), clásticas marinas y arenáceas, corroborado por la fauna fósil; estas secuencias se encuentran descansando sobre el basamento Precambriano, su grosor se estima en aproximadamente 10 000 a 15 000 metros. Los afloramientos más continuos y de mejor desarrollo, se encuentran en la Cordillera Oriental, y en menor proporción se le observa en la Cordillera Occidental, por debajo de la cobertura mesozoica y cenozoica. Las mejores exposiciones se las encuentran en el sur, dentro del sector Lampa-Cabanillas-Santa Lucía en el departamento de Puno.

**Paleozoico Superior.** Caracterizado por unidades que van desde fines del Devoniano-Carbonífero-Permiano. Se inicia con una serie continental del Missisipiano, que incluye escasos niveles marinos (Grupo Ambo), seguida de una serie Pensylvaniano, de facie marina (Grupo Tarma), continuando con una facie marina (deposición continua) de edad Permiano Inferior (Grupo Copacabana), y luego una serie molásica continental (capas rojas) que corresponde al Grupo Mitu, de edad Permiano superior. Estas cuatro unidades (Grupos) son las más representativas y de mejor desarrollo del Paleozoico superior en la Amazonía peruana. Por eso su clasificación es según su tipo de ambiente de sedimentación. Generalmente, las secuencias continentales se intercalan con materiales volcánicos de tipo piroclásticos y de origen lávico. Dentro del contexto amazónico también se presentan afloramientos Precambrianos, que constituyen el basamento cristalino y son las rocas más antiguas del territorio peruano. Están constituidas por rocas metamórficas e ígneas metamorizadas, las cuales en su conjunto han estado expuestas a un metamorfismo regional profundo, sobreimpuesto por nuevas deformaciones, cizallamiento, recristalización y replegamientos.

Esta Unidad Ecológica se caracteriza por presentar paisajes de montañas bajas y llanuras secas interandinas, en los cerros bajos; al igual que la unidad anterior, presenta suelos superficiales, y las lomadas están conformadas, predominantemente, por los de suelos Leptosoles líticos, asociados con afloramientos líticos; son superficiales, desarrollados a partir de lutitas y calizas poco desarrolladas, con perfil AC o ACR, epipedón ocrico de colores pardo oscuro a pardo rojizo oscuro. En los valles aluviales antiguos predominan los suelos Fluvisoles Eútricos, que se caracterizan por horizontes moderadamente profundos a profundos, limitados en su parte inferior por un estrato gravoso; con perfil AC poco evolucionado y estratificado, epipedón ócrico, de colores variables, predominando el pardo, el pH varía de 4.0 a 8.0.

La fisionomía de la vegetación es transicional paulatino entre la cubierta cespitosa andina y arbórea de la selva, y está en

relación con los gradientes latitudinales y altitudinales, y las condiciones del clima; así, en el sector norte se extiende hasta los 3400 y 3600 msnm y en centro y sur hasta los 3900 msnm, con límites inferiores de 1800 y 2000 msnm. Las formaciones que predominan son los bosques de montañas, montes arbustivo-arbóreos, matorrales y los pajonales puros en comunidades mixtas. Los bosques son de estructura limitada, con árboles de fustes retorcidos y más achaparrados que en la cordillera subandina, asociados densamente con arbustos, y abundancia de epifitas de líquenes (*Usnea* sp.), bromeliáceas, orquídeas y helechos. Debido a la alta humedad, el suelo está cubierto por musgos y helechos, como *Sphagnum* sp., *Lycopodium* sp. y *Selaginella* sp. En general, el follaje es esclerófilo y coriáceo en los individuos de árboles, en los arbustos es blando y membranáceos, y los troncos son polimórficos. Los portes de los árboles y arbustos disminuyen conforme aumenta la altitud, y la vegetación del centro y sur disminuyen en individuos arbóreos y epifitos. En la parte norte, a inmediaciones de San Ignacio, las condiciones climáticas son favorables para la ocurrencia de un bosque muy especial de *Podocarpus* sp. Los montes arbustivo-arbóreos bajos predominan en las crestas y cimas de las montañas, alternando con los matorrales; mientras en las partes bajas y hondonadas prosperan los bosques. Los pajonales puros y las comunidades mixtas ocupan las partes superiores y más altas de las montañas, entre 2800 y 3500 msnm, alternando con pequeñas áreas pantanosas.

### ABANICOS MENORES DE LA CORDILLERA SUBANDINA

Se ubica en zonas puntuales de la denominada selva baja, adjuntas a la cordillera subandina, entre los ríos Cachiyacu, Parapapura, Amanayacu y Shanusi, afluentes del río Huallaga, en los departamentos de Loreto y San Martín, en el norte; por la zona del río y localidad de Iparia, adyacente a la cordillera del Sira, en el departamento de Ucayali, en el centro, y entre los ríos Pinquina, Alto Madre de Dios y Colorado, en el departamento de Madre de Dios, en el sur.

Esta unidad está compuesta por terrazas altas de drenaje moderado. Aunque comúnmente se le denomina Glacis de Pie de Monte, se hallan dispersos, pero expuestas en zonas adyacentes (al pie), en su totalidad, a la franja de la Cordillera Subandina.

Su localización es importante, porque refleja los sucesos y procesos geomorfológicos, de mayor envergadura, que ocurren en toda el área, tales como deslizamientos de masas y huaycos, que pueden llegar a afectar grandes áreas de terreno debido a la violencia de su ocurrencia, fortalecidos por la fuerte pendiente, por la que se trasladan los materiales arrastrados (Cordillera Subandina), y por la constante precipitación pluvial.

Presenta características geológicas y litológicas semejantes a la Cordillera Subandina, debido que presenta materiales provenientes de ella, producto de la erosión por deslizamiento de masas rocosas que se han producido en determinados períodos geológicos. También se observa, que esta unidad presenta unidades litológicas formadas en la depresión amazónica, las cuales se han anexado a este tipo de relieve, tales como la Formación Chambira, Ipururo, Madre de Dios, Ucayali, entre otros.

Cabe resaltar que esta unidad, desde el punto de vista geoestructural, es muy inestable, debido a que se encuentra influenciada por las fallas y fracturas, las cuales se encuentran en actividad; esto facilita la erosión de las partes altas, desde donde se originan los deslizamientos de masa rocosa, ayudados por la intensa actividad pluvial que existe en esta zona, y también por su fuerte pendiente.

Los suelos de esta unidad tienen un desarrollo genético incipiente, con perfiles de tipo AC, presentan epipedon ocrico y son superficiales a moderadamente profundos; con presencia de grava o cantos rodados ocasionales en los horizontes superiores, incrementándose la presencia de estos en forma más significativa a partir de 55-60 cm. Los estratos profundos de gravas cementadas, son de color pardo rojizo a rojo amarillento, de textura media a moderadamente fina, de drenaje moderado a imperfecto. Químicamente, presentan reacción muy fuertemente ácida (pH 4,5-5,0), fertilidad natural media a baja en las capas inferiores.

La aptitud potencial de estos suelos generalmente es para cultivos permanentes y pastos.

El tipo de vegetación corresponde a los bosques de terrazas altas coluviales, del conjunto de piedemonte andino, con dosel heterogéneo. Los árboles son muy bien conformados, de fustes rectos, gruesos y altos, de copas amplias, asociadas con especies de palmeras de portes más bajos, con sotobosque denso a ralo. El dosel superior promedio es de 18 a 25 metros de alto, con algunos individuos emergentes que miden entre 28 y 30 metros, como *Hevea* sp. y *Cedrelinga catenaeformis*, y el dosel inferior entre 10 a 17 metros de altura, conformado principalmente por *Iriartea*, *Pouteria*, *Rinorea*, *Neea*; sotobosque abundante, de tipo herbáceo-arbustiva y con suculentas como aráceas, y zigiberáceas dispersas, junto con marantáceas, gramíneas, ciperáceas y palmeras espinosas en matas *Bactris* y *Geonoma*.

### Especies representativas

Chrisobalanáceas (*Couepia*), esterculiáceas (*Theobroma*), sapotáceas (*Chrysophyllum*, *Micropholis*, *Manilkara*), palmeras (*Iriartea*, *Socratea*, *Astrocaryum*), leguminosas (*Inga*, *Cedrelinga*, *Pithecellobium*), miristicáceas (*Iryanthera*, *Virola*), nictagináceas (*Neea*), rubiáceas (*Macrocnemum*, *Alseis*, *Simira*), euforbiáceas (*Hevea*), violáceas (*Leonia*), meliáceas (*Cedrela*, *Guarea*, *Trichilia*), lauráceas (*Aniba*), burseráceas (*Protium*, *Trattinickia*), rutáceas (*Zanthoxylon*) lecitidáceas (*Eschweilera*), moráceas (*Brosimum alicastrum*).



### **MONTAÑAS DE LA SIERRA DEL DIVISOR**

Se ubica en la parte central de la Amazonía peruana, cerca de la frontera con el Brasil y los límites del departamento de Loreto y Ucayali, con una fisiografía montañosa, aislada de la masa cordillerana del país, con apariencia de chichones dentro el gran paisaje del llano amazónico.

Esta unidad resalta por ser remanentes de la Cordillera Subandina, con características litológicas diferenciales con respecto a su posición geográfica, dentro del contexto de la Amazonía baja.

Su composición litológica comprende unidades cretáceas del grupo Oriente, que están constituidas por rocas principalmente calcáreas y con niveles areniscosos. También se encuentran aflorando las formaciones Chonta, de litología netamente calcárea, y la formación Vivian, cuya litología característica es arenisca cuarzosa blanquecina; a toda esta secuencia se le encuentra suprayaciendo y en una secuencia de capas rojas continentales de edad Paleocena, cuya litología es principalmente arenisca de tonalidad algo rojiza, que se extiende hacia la Amazonía baja. Esta secuencia es denominada Yahuarango.

Esta conformada por paisajes de montañas bajas disectadas, con pendientes en sus laderas mayores del 50%, y por paisajes de piedemonte formados al pie de las montañas.

Los suelos son de origen residual, y de acuerdo al "Key to Soil Taxonomy" de USDA-NRCS (1998), se han encontrado dos ordenes de suelos: Inceptisoles y Ultisoles. El primero pertenece al grupo de Dystrudepts, que se caracterizan por presentar perfil tipo ABC, moderadamente profundos a profundos, de textura media, la reacción es extremada a muy fuertemente ácida, con una saturación de bases menor de 50%. El contenido de materia orgánica y nitrógeno es de bajo a medio, el contenido de fósforo bajo y alto el de potasio lo que le da una fertilidad natural de media a baja.

El segundo, pertenece al gran grupo Hapludults, son suelos que presentan perfiles tipo ABC, de textura media a moderadamente fina, los colores son de pardo amarillento y rojo amarillento, la reacción es extremadamente ácida, con una saturación de bases de 15 a 50%, la saturación de aluminio es alta de, 70 a 80%

Por su ubicación fisiográfica, responde al tipo de vegetación de bosques de montañas, que superan ligeramente los 300 metros de altura, por lo que se puede encontrar vegetación dominante de porte arbóreo, de fustes gruesos, rectos, grandes y de copas amplias.

### **VALLES ALUVIALES DE ORIGEN ANDINO**

Las zonas más representativas de esta unidad se encuentran ubicadas en los departamentos de San Martín y Huánuco, específicamente en todo el sector que corresponde a la cuenca del río Huallaga, donde los valles se abren debido a las condiciones favorables de la erosión fluvial, como sedimentos semiconsolidados e inconsolidados, apoyados por la inestabilidad tectónica que prevalece en el área afectándola a través de las constantes reactivaciones. Estos valles adquieren importancia debido a su dimensión desproporcionada para ubicarse en una zona donde existen valles encañonados, también es importante resaltar que estos valles resultan de alto valor productivo, porque son tierras aptas para la actividad agropecuaria.

Morfológicamente, está representada por sistemas de terrazas bajas, medias y altas, algunos de ellos formados por tectonismo, así como por depositación fluvio-aluvial. Su constitución litológica está conformada por conglomerados, arenas y arcillas en menor proporción, los cantos rodados son más frecuentes en las zonas de terrazas bajas, mientras que en la parte de las terrazas altas predomina sedimentos limoarenosos y areniscas, de granulometría que varía de medio a grueso, intercalados con limolitas. Estos sedimentos han sido originados por la erosión de las unidades más antiguas, o por las avenidas aluviónicas ocasionadas por deslizamientos en masa, en diferentes etapas de depositación.

Las terrazas de inundación estacional ocupan fajas angostas laterales a los cursos superiores de los grandes ríos y sus afluentes mayores, donde los árboles son bien desarrollados, con troncos gruesos y rectos, y copas amplias, asociados a palmeras gigantes y medianas cespitosas. En los valles encajonados de los afluentes menores, los taludes rocosos están cubiertos por especies herbáceas, conformando la vegetación riparia y ripícola. En las planicies altas, con ciertas depresiones, se hallan comunidades de palmera *Mauritia flexuosa* y *Euterpe* denominados "aguajales de altura".

### **TERRAZAS DE LAS FORMACIONES DE CAPAS ROJAS CONTINENTALES DE LA LLANURA AMAZÓNICA TROPICAL**

Se ubican en forma de parches, dispersos en grandes extensiones, en toda la llanura de Loreto; con mayor extensión, se distribuyen principalmente en las zonas adyacentes a las llanuras inundables, de origen andino y amazónico, tal como el Abanico de Pastaza, la Depresión Ucamara y la Cordillera Subandina, sobre unidades geomorfológicas de terrazas altas y medias, con diferentes grados de disección y drenaje.

Esta unidad ambiental se encuentra constituida por sedimentos, netamente, de facies continentales, denominados capas rojas continentales, debido a que presentan una coloración rojiza.

Litológicamente, en la parte inferior, se encuentran constituidas por una secuencia de areniscas marrones a grises, con algunas intercalaciones de lutitas rojizas; en la parte superior, se ha identificado areniscas marrones, con macizos de grano fino, de naturaleza política, sugiriendo una acción de tipo fluvial, bastante intensa en la planicie de inundación. La edad de estas formaciones ha sido determinada con base en los análisis paleontológicos de las formaciones Ucayali e Ipururo, y de la posición estratigráfica de las formaciones Corrientes, Iquitos, y Depósitos de Ucamara.

Esta unidad ecológica presenta suelos jóvenes, con perfiles tipo ABC, que de acuerdo al “Key to Soil Taxonomy” de USDA-NRCS (1998), pertenecen al orden de los Inceptisoles, Gran Grupo de los Dystrudepts. Son suelos de origen residual, desarrollados sobre materiales arcillosos, de color pardo oscuro, pardo amarillento, o rojo amarillento, de textura media a moderadamente fina, profundos, de drenaje moderado a bueno, de reacción muy fuerte a muy fuertemente ácida, con bajo contenido de fósforo y potasio disponibles, y presentan una alta saturación de aluminio (70-85 %).

Su aptitud potencial es para cultivos permanentes.

La vegetación corresponde a los bosques de terrazas altas, onduladas y disectadas, con sectores de mal drenaje. En la cubierta arbórea destacan las latifoliadas, asociadas con palmeras, con árboles vigorosos, con fustes rectos, gruesos y altos, y con copas amplias; con dosel superior con alturas mayores de 25 m; un estrato medio de 20 m de alto, con palmeras, y sotobosque arbustivo, y palmeras cespitosas de 3 a 5 m de alto y herbáceas suculentas. A lo largo de las terrazas onduladas de las intercuenas de los ríos Inambari, Malinowski, Tambopata, La Piedras, entre otras, destacan las especies de *Inga* spp. (shimbillo amarillo y shimbillo rojo), *Anaxagorea* spp. (espintana blanca y espintana roja), *Hura crepitans*, *Cecropia* sp., *Iriartea deltoidea* (pona), *Capirona* sp. (capirona), intercalando con *Mauritia flexuosa* y *Guadua* spp. “paca”. Las terrazas medias y altas, moderada a fuertemente disectadas, en las intercuenas de los ríos Las Piedras, Madre de Dios y Manuripe, son hábitat óptimo para las comunidades de *Bertholletia excelsa* “castaña” y otras especies de *Swartzia* sp., *Pseudolmedia laevis*, *Spondias mombin*, *Unonopsis* sp., *Poulsenia armata*, *Brosimum* sp., *Iriarte deltoidea*, *Amburana cearensis*, *Dipteryx odorata*, y otras. En el sotobosque crecen palmeras *Lepidocaryum* sp., y *Geonoma* sp. En las terrazas cercanas a las Pampas del Heath, se registra *Ficus insipida*, *Calophyllum brasiliense*, *Caryocar* sp., *Ceiba pentandra*, *Chorisia* sp., *Poulsenia armata*, *Virola* sp. y otras. En las partes bajas y depresiones leves de mal drenaje, se distinguen comunidades de bosques húmedos y de galerías, con especies adaptadas al hidromorfismo, como neumatóforos en las palmeras *Mauritia*, raíces zancos en *Ficus*, parenquima esponjoso en *Montrichardia arborescens*, palmeras cespitosas y espinosas como *Bactris* sp. (ñejillas), *Astrocaryum* sp. (huicungo); también se registra *Iryanthera* sp. (cumala), *Hura crepitans* (catahua), *Iriarte deltoidea*.

### COLINAS DE LAS FORMACIONES DE CAPAS ROJAS CONTINENTALES DE LA LLANURA AMAZÓNICA TROPICAL

Se ubican también en forma diseminada en la selva baja de la Amazonía Peruana, generalmente en la zona media del país, colindante con la frontera con Brasil, en la zona de Lagunas, en el río Huallaga, en Requena, Jenaro Herrera y Colonia Angamos, entre los ríos Ucayali y Yavari, en el tramo de la carretera Iquitos - Nauta, en la frontera con el Ecuador, entre los ríos Tigre y Pastaza, al igual que entre los ríos Napo y Putumayo, en el extremo norte del país. La forma de relieve predominante son los sistemas de colinas bajas.

Geológicamente, presenta características similares a la unidad de terrazas de capas rojas continentales de la llanura amazónica tropical. Al parecer esta unidad ha sufrido procesos de levantamientos, que originaron un relieve diferencial a pesar de poseer litología similar, los procesos de erosión han sido atenuados por el levantamiento a la que estuvo expuesta.

Los suelos de esta unidad ecológica presentan las mismas características de los suelos de la unidad ecológica de las terrazas de la formación Ipururo, y otros, con la diferencia que esta unidad presenta pendientes empinadas (25 a 50%) lo que lo vuelve susceptible a la erosión hídrica, determinando una aptitud potencial para producción forestal.

El tipo de vegetación presente en esta unidad es de bosques de colinas bajas, con árboles muy bien desarrollados, con fustes rectos, gruesos y altos, de copas amplias, asociadas a especies de palmeras, y otras arbustivas y herbáceas.

En la fisionomía, el dosel del bosque es disperso y abierto, con intensa luminosidad en las cimas, semiabierto en las pendientes mayores, y cerrada en las partes profundas de las secciones. Los árboles alcanzan de 20 a 25 m de alto, con algunos emergentes mayores de 25 m, de comportamiento semicaducifolio estacional; dosel inferior de 10 a 15 m de alto. El sotobosque herbáceo, de 2-3 m de alto, es escaso y disperso, conformado por aráceas terrestres y hemiepifitas, *Heliconia*, *Calathea*, *Piper*, *Geonoma*, *Lepidocaryum tenue*, *Iriartella* sp., en sectores, la cubierta herbácea es dispersa, conformada por hierbas suculentas como orquídeas (terrestres), *Geogenanthus* y helechos, *Renealmia* sp., *Piper*, *Geonoma*, y otras palmeras. Entre las especies representativas tenemos las olacáceas (*Tetrastylidium*), meliáceas (*Trichilia*, *Guarea*), sapotáceas (*Pouteria*), anonáceas (*Duguetia*), euforbiáceas (*Hyeronima*), lecitidáceas (*Eschweilera*), bombacáceas (*Ceiba*), nictagináceas (*Neea*), y leguminosas (*Dialium*, *Parkia*, *Diploptropis*).

### TERRAZAS DE LA FORMACIÓN PEBAS DE LA LLANURA AMAZÓNICA TROPICAL

Se ubican en la zona norte de la selva baja de la Amazonía Peruana, concentrándose mayormente entre los ríos Bajo Amazonas, Napo y Putumayo, y entre los ríos Nanay y Napo, y, al igual que la anterior, sobre unidades fisiográficas de terrazas altas.

Esta unidad está constituida por sedimentos pelíticos, que consisten de lutitas verdes, con ciertas interestratificaciones de margas, con algunos niveles de caliza, intercalados con niveles estratificados de coquinas (restos de conchas calcáreas cementadas con arena y carbonatos), asociados con niveles de materia orgánica (lignito).

Su afloramiento típico se encuentra en la localidad de Pebas, y su extensión cubre algunos sectores de la cuenca del río Nanay, grandes extensiones de la cuenca del río Amazonas, y de la margen derecha del río Ucayali, la cual se extiende hasta la frontera con Brasil (ríos Yavarí y Yaquerana, extendido hacia el sur por la provincia de Requena); su distribución está asociada a la sedimentación de origen transicional (aportes marinos y continental de tipo palustre) y posee una edad que data desde el Mioceno hasta el Plioceno, determinada con base en estudios paleontológicos de bivalvos y ostrácodos. Su espesor es de 300 a 570 metros, resultado obtenido por perforaciones.

Esta Unidad Ecológica, al igual que la anterior unidad, presenta suelos jóvenes con perfiles tipo ABC, que de acuerdo al "Key to Soil Taxonomy" de USDA-NRCS (1998) pertenecen al orden de los Inceptisoles, Gran Grupo de los Dystrudepts, que se caracterizan por presentar variada litología, principalmente de arcillas y limos, con pendientes que varían de 0 a 15 %; químicamente presenta reacciones de extremada a fuertemente ácidas, bajos contenido de fósforo y potasio, así como una alta saturación de aluminio (80 a 90 %).

Su aptitud potencial es para cultivos permanentes.

La fisionomía comprende a los bosques de terrazas altas, donde también sobresalen las especies arbóreas de latifoliadas sobre las palmeras presentes en la asociación, con individuos de fustes rectos, gruesos y altos, de copas amplias. En general, la fisionomía presenta dosel homogéneo a muy disectado, con árboles de 20 a 35 m de alto, con baja variedad de especies y biomasa, abundantes bejucos y enredaderas que alcanzan el dosel superior, abundante epifitos y hemiepifitos; en el sotobosque, abundantes palmeras (*Lepidocaryum tenue*) y helechos (*Cyathea* sp.). El dosel se interrumpe por una fisionomía de bosque en fajas sinuosas laterales a las pequeñas quebradas, o bosques en galería, formadores de los diferentes ríos.

Las especies representativas son *Inga* sp., *Quararibea* sp., *Eschweilera bracteosa*, *Cariniana decandra*, *Cedrelinga cateniformes*, *Osteophloeum platyspermum*, *Couma macrocarpa*, *Vantanea peruviana*, *Hymenaea oblongifolia*, *Protium* sp., *Parkia* sp., *Iriartea deltoidea*, *Oenocarpus bataua*, *Astrocaryum chambira*, *Scheelea cephalotes*, *Chorisia* sp., *Lepidocaryum "irapay"* y *Geonoma "palmiche"*. Entre los ríos Napo, Nashiño, Arabela y Tigre destacan las especies de *Inga* spp. (shimbillos y guavas), *Anaxagorea* spp. (espintana blanca y espintana roja), *Hura crepitans*, *Cecropia* sp., *Iriartea deltoidea* (pona), *Aspidosperma* sp., *Iryanthera* sp., *Capirona decorticans* (capirona), intercalando con *Oenocarpus bataua*, *Scheelea* sp, e *Iriartea exorrhiza*. El sotobosque es abundante, de tipo herbáceo-arbustivo y suculenta, con especies de marantáceas, gramíneas, ciperáceas y palmeras en matas y trepadoras (*Bactris* y *Desmoncus*) y *Geonoma*.

#### COLINAS DE LA FORMACIÓN PEBAS DE LA LLANURA AMAZÓNICA TROPICAL

Generalmente se ubican cerca de las colinas de la formación Ipururo, y al igual que las terrazas de la formación Pebas, se presentan en la zona norte de la selva baja, un sector en la margen derecha del río Amazonas, entre los ríos Ucayali, bajo Amazona y Yavarí, y otro en la margen izquierda de los ríos Tigre y Napo, sobre unidades fisiográficas de colinas bajas.

Desde el punto de vista geológico presenta las mismas características que la Unidad Ecológica de valles aluviales de origen andino. Los suelos de esta unidad ecológica presentan las mismas características de los suelos de la unidad ecológica de las terrazas de la formación Pebas, con la diferencia que esta unidad presenta pendientes empinadas (25 a mas de 50%) lo que la vuelve susceptible a la erosión hídrica.

Su aptitud potencial es para producción forestal, en zonas con pendiente de 25 a 50%, y para protección, en zonas con pendientes mayores de 50 %.

El tipo de vegetación corresponde a los bosques de colinas bajas, con predominancia de árboles de latifoliadas sobre las palmeras, con individuos de fustes rectos, gruesos, altos y de copas grandes. La fisionomía presenta dosel semiabierto, con árboles de 25 a 30 m de alto, un estrato medio de 18-20 m, y sotobosque con hierbas de 1 m de alto, dispersas, con especies suculentas, helechos, aráceas erguidas (*Heliconia* sp., *Renealmia* sp., *Piper* sp.), palmeras *Geonoma*, *Hyospathe*, *Lepidocaryum* sp., y otras que crecen en matas dispersas de hasta 3 m de alto, bejucos escasos con sapindáceas, bignoniáceas y leguminosas que alcanzan el dosel superior; enredaderas raras de aristolochiáceas y cucurbitáceas. Epifitos son escasos.

#### Especies representativas

Sapotáceas (*Pouteria*), violáceas (*Rinorea*), olacáceas (*Heisteria*, *Tetrastylidium*), nictagináceas (*Neea*), moráceas (*Clarisia racemosa*, *Perebea*, *Brosimum*, *Ficus*), euforbiáceas (*Hevea* sp, *Hyeronima*, *Senefeldera*), melastomatáceas (*Miconia*), lauráceas (*Nectandra*, *Aniba*), miristicáceas (*Virola*), lecitidáceas (*Cariniana*, *Eschweilera*), bombacáceas (*Ceiba*), palmeras (*Scheelea*, *Astrocaryum*, *Pythelephas*), elaeocarpáceas (*Sloanea*), leguminosas (*Parkia*, *Myroxylon balsamum*, *Inga* sp., *Cedrelinga catenaeformis*, *Swartzia*, *Diplostropis* sp., *Hymenaea* sp, *Apuleia* sp.) y mirtáceas (*Eugenia*), cecropiáceas (*Pououma* sp.), meliáceas (*Cedrela* sp.), lecitidáceas (*Eschweilera* sp.), apocináceas (*Aspidosperma* sp.), y entre las palmeras destacan las altas concentraciones de *Euterpe* sp "huasaí", que ocupan las depresiones, y *Socratea exorrhiza* "pona".



### TERRAZAS DE LAS FORMACIONES DE CAPAS ROJAS CONTINENTALES DE LA LLANURA AMAZÓNICA SUBTROPICAL

Aflora principalmente en la zona sur del país, cubriendo una gran parte del departamento de Madre de Dios, sobre todo en la parte baja; en grandes extensiones de la selva baja de la Amazonía Peruana, se observa generalmente adyacente a las llanuras inundables, de origen andino y amazónico.

El relieve que la caracteriza está determinado por los sistemas de terrazas altas y medias, con diferente grado de disección y drenaje. Estos relieves han tenido dos orígenes: uno de origen fluvio-aluvial, que son la mayoría de los sistemas de terrazas que afloran, y el otro de origen tectónico, como por ejemplo las Pampas de Heath. Esta unidad ambiental se encuentra constituida por sedimentos netamente de facies continentales, denominados capas rojas continentales debido a que presentan una coloración rojiza.

Corresponde a una unidad de amplia distribución espacial, de nivel regional, porque se le observa a través de toda la Amazonía y en la Faja Subandina. Se distribuye en las llanuras de los ríos Ucayali y Madre de Dios-Beni, y en las proximidades de la Cordillera Subandina. Cabe indicar que estas unidades han sido separadas por características climáticas, empezando su fase diferencial en las Montañas de la Sierra del Divisor, siguiendo hacia el sur hacia el departamento de Madre de Dios.

Litológicamente, en la parte inferior, se encuentra constituida por una secuencia de areniscas marrones a grises, con algunas intercalaciones de lutitas rojizas; en la parte superior, se ha identificado areniscas marrones, con macizos de grano fino, de naturaleza política, sugiriendo una acción de tipo fluvial bastante intensa en la planicie de inundación. Las formaciones geológicas que representan a esta unidad son: la Formación Ucayali, la Formación Madre de Dios y la Formación Ipururo. Asignándoles a estas secuencias una edad Plio-Pleistoceno.

Esta unidad ecológica presenta suelos jóvenes, con perfiles tipo ABC, que de acuerdo al Key to Soil Taxonomy” de USDA-NRCS (1998), pertenecen al orden de los Inceptisoles, Gran Grupo de los Dystrudepts. Son suelos de origen residual, desarrollados sobre materiales arcillosos, de color pardo oscuro - pardo amarillento a rojo amarillento, de textura media a moderadamente fina, profundos, de drenaje moderado a bueno, de reacción muy fuerte a muy fuertemente ácida, con bajo contenido de fósforo y potasio disponible, y una alta saturación de aluminio (70-85 %).

Su aptitud potencial es para cultivos permanentes.

La vegetación corresponde a los bosques de terrazas altas, onduladas y disectadas con sectores de mal drenaje. En la cubierta arbórea destacan las latifoliadas asociadas con palmeras, con árboles vigorosos, con fustes rectos, gruesos y altos, y con copas amplias; con dosel superior con alturas mayores de 25 m; un estrato medio de 20 m de alto, con palmeras, y sotobosque arbustivo y palmeras cespitosas de 3 a 5 m de alto y herbáceas suculentas. A lo largo de las terrazas onduladas de las intercuencas de los ríos Inambari, Malinowski, Tambopata, La Piedras, entre otras, destacan las especies de *Inga* spp. (shimbillo amarillo y shimbillo rojo), *Anaxagorea* spp. (espintana blanca y espintana roja), *Hura crepitans*, *Cecropia* sp., *Iriartea deltoidea* (pona), *Capirona* sp. (capirona), intercalando con *Mauritia flexuosa* y *Guadua* spp. “paca”. Las terrazas medias y altas, moderadamente a fuertemente disectadas, en las intercuencas de los ríos Las Piedras, Madre de Dios y Manuripe, son hábitat óptimo para las comunidades de *Bertholletia excelsa* “castaña” y otras especies de *Swartzia* sp., *Pseudolmedia laevis*, *Spondias mombin*, *Unonopsis* sp., *Poulsenia armata*, *Brosimum* sp., *Iriartea deltoidea*, *Amburana cearensis*, *Dipteryx odorata*, y otras. En el sotobosque crecen palmeras *Lepidocaryum* sp., y *Geonoma* sp. En las terrazas cercanas a las Pampas del Heath, se registra *Ficus insipida*, *Calophyllum brasiliense*, *Caryocar* sp., *Ceiba pentandra*, *Chorisia* sp., *Poulsenia armata*, *Virola* sp. y otras. En las partes bajas, y depresiones leves de mal drenaje, se distinguen comunidades de bosques húmedos y de galerías, con especies adaptadas al hidromorfismo, como neumatóforos en las palmeras *Mauritia*, raíces zancos en *Ficus*, parenquima esponjoso en *Montrichardia arborescens*, palmeras cespitosas y espinosas como *Bactris* sp. (ñejillas), *Astrocaryum* sp. (huicungo); entre las que además se registran *Iryanthera* sp. (cumala), *Hura crepitans* (catahua), *Iriartea deltoidea*.

### COLINAS DE LAS FORMACIONES PALEÓGENAS-NEÓGENAS CONTINENTALES DE LA LLANURA AMAZÓNICA SUBTROPICAL

Se ubican también en forma diseminada en la selva baja de la Amazonía Peruana, generalmente en la zona media del país, colindante con la frontera con Brasil, en la zona de Lagunas, en el río Huallaga, en Requena, Jenaro Herrera, y Colonia Angamos, entre los ríos Ucayali y Yavari, en el tramo de la carretera Iquitos - Nauta, en la frontera con el Ecuador, entre los ríos Tigre y Pastaza, al igual que entre los ríos Napo y Putumayo, en el extremo norte del país. La fisiografía predominante es la de colinas bajas.

Desde le punto de vista geológica presenta las mismas características que la Unidad Ecológica montañas de la Sierra del Divisor.

Los suelos de esta unidad ecológica presentan las mismas características de los suelos de la unidad ecológica de las terrazas de la formación Ipururo, y de otros, con la diferencia de que esta unidad presenta pendientes empinadas (25 a 50%), que las hace susceptibles a la erosión hídrica, determinando su aptitud potencial para la producción forestal.

El tipo de vegetación presente en esta unidad es de bosques de colinas bajas, con árboles muy bien desarrollados, con fustes rectos, gruesos y altos, de copas amplias, asociadas a especies de palmeras, y otras arbustivas y herbáceas. En la fisionomía, el dosel del bosque es disperso y abierto, con intensa luminosidad en las cimas, semiabierto en las pendientes mayores, y cerrada en las partes profundas de las secciones. Los árboles alcanzan de 20 a 25 m de alto, con algunos emergentes mayores de 25 m, de comportamiento semicaducifolio estacional; dosel inferior de 10 a 15 m de alto. El sotobosque herbáceo, de 2-3 m de alto, es escaso y disperso, conformado por aráceas terrestres y hemiepipitas, *Heliconia*, *Calathea*, *Piper*, *Geonoma*, *Lepidocaryum tenue*, *Iriartella* sp., en ciertos sectores la cubierta herbácea es dispersa, conformada por hierbas suculentas como orquídeas, *Geogenanthus* y helechos, *Renalmia* sp., *Piper*, *Geonoma* y otras palmeras.

Entre las especies representativas tenemos las olacáceas (*Tetrastylidium*), meliáceas (*Trichilia*, *Guarea*), sapotáceas (*Pouteria*), anonáceas (*Duguetia*), euforbiáceas (*Hyeronima*), lecitidáceas (*Eschweilera*), bombacáceas (*Ceiba*), nictagináceas (*Neea*), y leguminosas (*Dialium*, *Parkia*, *Diplotropis*).

### DEPRESIÓN DE IMIRÍA

Son disecciones amplias que se ubican en la zona norte del departamento de Ucayali, en el curso bajo y la desembocadura del río Tamaya, en la margen derecha del río Ucayali, muy cerca de la localidad de Pucallpa, conformando el complejo de lagunas o “cochas del Imiría”, donde se presentan los tipos de vegetación de pantanos herbáceos y arbustivos, pantanos arbóreos, y bosque de terrazas bajas inundables.

Desde el punto de vista tectónica, posee una importancia relevante debido a que se encuentra en la parte mas depresionada de la Depresión del Ucayali, conformando un sistema de lagunas. Esta unidad presenta sedimentos Cuaternarios Holocénicos, que son depósitos aluviales de composición lodolítica, generalmente depositados en el curso antiguo del río Ucayali, cambiando este su curso constantemente por estar sujeto a fluctuaciones y movimientos tectónicos. Al cambiar su cauce, este río ha dejado como remanentes lagunas como el Imiría y el Inuria, que en épocas de crecida tienen conexión con el río Ucayali.

En esta unidad se han determinado, de acuerdo al “Key to Soil Taxonomy” de USDA-NRCS (1998), dos grandes grupos de suelos del orden Inceptisol. Los suelos que están rodeando los lagos del área pertenecen al grupo Epiaquepts, con perfiles tipo ABC superficiales por la napa freática, de textura que varía de franco arenoso a franco arcillo arenoso, de color gris claro con manchas rojizas en el horizonte B, presenta drenaje muy superficial (encharcado), de reacción muy fuertemente ácida, alta saturación de bases, y bajo contenido de materia orgánica.

La aptitud potencial de este suelo es para protección por drenaje.

El otro grupo de suelos pertenece al gran grupo Dystrudepts, con desarrollo genético, perfil tipo ABC, pendientes que varían de 2-8%, textura que varía de franco arenoso a franco arcillo arenoso sobre arcillo arenoso, el color varía de amarillo parduzco a pardo amarillento claro sobre blanco con moteados de color rojo, generalmente estos colores se encuentran mezclados en diferentes proporciones en todo el perfil, moderadamente bien drenados de reacción muy fuertemente ácida, con baja saturación de fósforo, materia orgánica y bases, pero con alta saturación de aluminio.

La fisionomía en conjunto corresponde en mayor amplitud a vegetación herbácea acuática y subacuática estacionales, que cubren los espejos de agua de las “cochas”, y perennes de los pantanos, con franjas de bosques de la periferia.

La vegetación herbácea de los espejos de aguas y pantanos diversos está conformada por especies acuáticas y subacuáticas, flotantes y arraigadas, representada por *Pistia stratiotes*, *Eichhornia crassipes*, *Pontederia rotundifolia*, *Echinochloa polystachya*, *Hymenachne amplexicaulis*, *Cyperus* sp., *Eleocharis* sp., *Luudwigia helmithorrhiza*, entre otros. Las comunidades herbáceas y arbustivas forman matorrales densos que bordean a los espejos de agua u ocupan las fajas de intersecciones, conformada por *Montrichardia arborescens*, *Myrciaria dubia*, *Eugenia patrisii* y otras. Los pantanos de árboles continúan al anterior en la periferia formando matorrales abiertos (“pungales”), y densos asociados con palmeras espinosas denominados “renacales” y “ñejillales” conformados por *Ficus trigona*, *Coussapoa trinervia*, *Bactris concinna*, palmeras dispersas de “aguajes”, *Euterpe precatoria*, *Mauritiella aculeata*, *Astrocaryum* sp. En las terrazas bajas, la composición florística es heterogénea con cierta presencia de palmeras *Scheelea* sp., *Oenocarpus bataua*, *Bactris* sp., y árboles de *Spondias mombin*, *Eschweilera* sp.





## CONCLUSIONES

Como la primera aproximación de identificación de las macrounidades ambientales de la Amazonía Peruana, utilizando como fuentes de información la interpretación de un mosaico de las imágenes de satélite, estudios de campo y una revisión bibliográfica, se concluye que:

- La Amazonía Peruana presenta regiones biogeográficas con características ambientales y vegetales muy particulares.
- El número de unidades de mayor importancia, que se ha identificado en la primera aproximación, alcanza hasta 20.
- Las unidades identificadas presentan características ambientales muy particulares a escala macro (regional), en consecuencia de los factores particulares del clima, la topografía y la geología.
- Se propone que la distinción de estas unidades pueda promover una plataforma de análisis, que facilite entender los patrones de distribución de la fauna y flora amazónica como diversidad de tipo  $\gamma$ , es decir diversidad a escala regional.
- En base a los estudios de la Zonificación Ecológica Económica, referente a la región, asimismo como en cualquier otro esfuerzo de planificación u ordenamiento ambiental, es muy importante considerar los patrones de las macrounidades ambientales y los condicionantes que cada unidad presenta para el desarrollo regional.

En base a las conclusiones arriba enunciadas, se dan las siguientes recomendaciones:

- Profundizar las interpretaciones de las macrounidades ambientales, particularmente su base científica y su distribución geográfica.
- Conducir numerosos estudios de campo para verificar las macrounidades ambientales tanto físicamente como definiendo su importancia para las especies de fauna y flora amazónica.
- Establecer un “banco de datos” que incluya todos los materiales considerados en las interpretaciones, y metadatos sobre ellos, para facilitar una revisión posterior de cualquier interpretación, según la necesidad.
- En base a los estudios de la ciencia básica, definir los condicionantes que presentan las diferentes macrounidades ambientales para desarrollo regional.
- Proporcionar una mayor cantidad de información sobre las macrounidades ambientales para los usuarios de SIAMAZONIA.
- Comparar el caso de la Amazonía Peruana con las interpretaciones y conclusiones de estudios similares hechos en los demás países amazónicos.





## BIBLIOGRAFÍA GENERAL

- BAILEY, G.R. 1996. *Ecosystem Geography*. Springer Verlag. Nueva York, EE.UU. 173 pp.
- BALSLEV, H., LUTEYN, J., ØLLGAARD, B. & HOLM-NIELSEN, L.B. 1987. Composition and structure of adjacent unflooded and floodplain forest in Amazonian Ecuador. *Opera Botanica* 92: 37-57.
- BENDAYÁN, L., SANJURJO, J., KALLIOLA, R. & RODRÍGUEZ, F. 2003. Experiencia de la tecnología de percepción remota para la elaboración del mosaico de imágenes de satélite Landsat TM en la selva baja de la Amazonía peruana. *Folia Amazónica* 14 (1): 73-86
- BIODAMAZ. 2004a. Diversidad de vegetación de la Amazonía peruana expresada en un mosaico de imágenes de satélite. Documento Técnico N° 12. Serie BIODAMAZ-IIAP. Iquitos, Perú.
- BIODAMAZ. 2004b. Guía para estudiar patrones de distribución de especies amazónicas. Documento Técnico N° 06. Serie BIODAMAZ-IIAP. Iquitos, Perú.
- BIODAMAZ. 2004c. Manual para la elaboración de mosaicos de imágenes de satélite Landsat TM para la selva baja peruana. Documento Técnico N° 03. Serie BIODAMAZ-IIAP. Iquitos, Perú.
- BIODAMAZ. 2004d. Marco teórico y metodológico para identificar unidades ambientales en la selva baja peruana. Documento Técnico N° 05. Serie BIODAMAZ-IIAP. Iquitos, Perú.
- BRACK E., A. 1986. La Fauna. *En*: Mejía Baca, M.-J. (ed.). *Gran Geografía del Perú: Naturaleza y Hombre*. Volumen III. Talleres Gráficos Soler S.A., Espulgues de Llobregat, Barcelona, España. 247 pp.
- BRACK E., A. & MENDIOLA V., C. 2000. *Ecología del Perú*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Editorial Bruño, Lima, Perú. 496 pp.
- CABRERA, A. & WILLINK, A. 1980. *Biogeografía de América Latina*. Organización de los Estados Americanos OEA. 122 pp.
- CAMPBELL, D.G., DALY, D.C., PRANCE, G.T. & MACIEL, U.N. 1986. Quantitative ecological inventory of terra firme and várzea tropical forest on the Río Xingu, Brazilian Amazon. *Brittonia* 38: 369-393.
- CDC UNALM/WWF OPP. 2002. *Evaluación Ecológica del Abanico del Río Pastaza, Loreto-Perú*. Centro de Datos para la Conservación, Universidad Nacional Agraria La Molina (CDC UNALM) & Fondo Mundial para la Naturaleza (World Wildlife Fund), Oficina Programa Perú (WWF OPP). Lima, Perú, 76 pp.
- CISTERNAS, A., DORBATH, L. & DORBATH, C. 1988. A study of subandean seismicity in central Peru. *En*: VII Latin American Geological Congress, Belém. N. das Gracias de Andrade da Mata Rezende (ed.). Brazilian Society of Geology. 322 pp.
- CLINEBELL II, R.R., PHILLIPS, O.L., GENTRY, A.H., STARK, N. & ZUURING, H. 1995. Prediction of neotropical tree and liana species richness from soil and climatic data. *Biodiversity and Conservation* 4:56-90.
- COLINVAUX, P. 1987. Amazon diversity in light of the paleoecological record. *Quaternary Science Reviews* 6: 93-114.
- CONDIT, R. 1996. Defining and mapping vegetation types in mega-diverse tropical forests. *Trends in Ecology and Evolution* 11:4-5.
- COX, B.C. & MOORE, P.D. 1985. *Biogeography*. 4th ed. Blackwell Scientific Publications.
- CUMAT. 1985. Estudio de la capacidad de uso mayor de la tierra. Altamarani - Rurrenabaque, Departamento de La Paz. Centro de Investigación de la Capacidad de Uso Mayor de la Tierra. Proyecto Capacidad de Uso Mayor de la Tierra, USAID - BOLIVIA. La Paz, Bolivia.
- DOUROJEANNI, M.J. 1990. *Amazonía ¿Qué hacer?* Centro de Estudios Teológicos de la Amazonía (CETA). Iquitos, Perú. 444 pp.
- DUIVENVOORDEN, J.F. 1995. Tree species composition and rain forest-environment relationship in the middle Caquetá area, Columbia, NW Amazonia. *Vegetatio* 120: 91-113.

- DUMONT, J.F. & GARCIA, F. 1991. Active Subsidence Controlled by Basement Structures in the Marañón Basin of Northeastern Peru. *En: Proceedings of the Fourth International Symposium on Land Subsidence, May 1991. IAHS Publ.* 200: 343-350.
- DUMONT, J.F., LAMOTTE, S. & KAHN, F. 1990. Wetland and upland forest ecosystems in Peruvian Amazonia: plant species diversity in the light of some geological and botanical evidence. *For Ecol Manage* 33/34 (1-4): 125-139.
- ECOTONO. 1996. Fragmentación y metapoblaciones. Boletín del Programa de Investigación Tropical. Center for Conservation Biology. Stanford University. EE.UU.
- ENCARNACIÓN, F. 1985. Introducción a la flora y vegetación de la Amazonía peruana: estado actual de los estudios, medio natural y ensayo de claves de determinación de las formaciones vegetales en la llanura Amazónica. *Candollea* 40: 237-252.
- ENCARNACIÓN, F. 1993. El Bosque y las formaciones vegetales en la llanura amazónica del Perú. *Alma Mater* 6:95-114.
- ETTER, A. 1990. Introducción a la ecología del paisaje: Un marco de integración para los levantamientos rurales. Instituto de Geografía Agustín Codazzi. Bogota, Colombia. 88 p. Mimeog.
- FAO/UNESCO. 1992. Soil map of the world. Mapa 1:5 000 000. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) & Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).
- FORMAN, R.T. & GORDON, M. Landscape ecology. J. Wiley, Nueva York, EE.UU.
- GENTRY, A.H. 1981. Distributional patterns and an additional species of the *Pasiflora vitifolia* complex: Amazonian species diversity due to edaphically differentiated communities. *Plant Systematics and Evolution* 137: 95-105.
- GENTRY, A.H. 1986. Sumario de patrones fitogeográficos neotropicales y sus implicancias para el desarrollo de la Amazonía. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 16 (61): 101-116.
- GENTRY, A.H. 1988. Tree species richness of upper Amazonian forests. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 85: 156-159.
- GENTRY, A.H. 1992. Diversity and floristic composition of Andean forests of Peru and adjacent countries: implications for their conservation. *Memorias del Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos* 21: 11-29.
- GENTRY, A.H. & ORTIZ, R. 1993. Patrones de composición florística en la Amazonía peruana. *En: Kalliola, R., Puhakka, M. & Danjoy, W. (eds.). Amazonía Peruana vegetación húmeda tropical en el llano subandino. Proyecto Amazonía de la Universidad de Turku & Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Jyväskylä, Finlandia.* pp 155-166.
- GILPIN, I. & HANSKI, I. 1991. Metapopulation. Biology, Ecology, Genetics and Evolution. Academic Press, California, EE.UU. 512 pp.
- GRAN GEOGRAFÍA DEL PERÚ. 1986. Volúmenes 1-8. Editor: Manfer-Juan Mejía Baca. Talleres Gráficos Soler S.A., Espulgues de Llobregat, Barcelona, España.
- HOORN, C. 1993. Geología del nororiente de la Amazonía peruana: la Formación Pebas. *En: Kalliola, R., Puhakka, M. & Danjoy, W. (eds.). Amazonía peruana vegetación húmeda tropical en el llano subandino. Proyecto Amazonía de la Universidad de Turku & Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Jyväskylä, Finlandia.* pp. 69-85.
- HOORN, C., GUERRERO, J., SARMIENTO, G. & LORENTE, M. 1995. Andean tectonics as a cause for changing drainage patterns in Miocene northern South America. *Geology* 23: 237-240.
- HUECK, K. 1972. As florestas da América do Sul: ecologia, composição e importância econômica. Editora da Universidade de Brasília e Editora Polígono, São Paulo, Brasil.
- IGN. 1989. Atlas del Perú. Instituto Geográfico Nacional. Lima, Perú. 397 pp.
- IIAP. 1998. Delimitación del territorio amazónico con criterio ecológico y con criterio hidrográfico. Iquitos, Perú. 25 pp.
- IIAP/FPCN. 1993. Evaluación de la Capacidad de la Tierra y de los Recursos Naturales de la Reserva Nacional Pacaya Samiria (Segunda Fase). Informe parcial del estudio. Convenio FPCN-TNC/CDC UNALM/IIAP. Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza (FPCN), The Nature Conservancy (TNC), Centro de Datos para la Conservación, Universidad Nacional Agraria La Molina (CDC UNALM) & Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). 186 pp. Mimeog.

- IIAP/WWF OPP. 1999. Proyecto Ecorregión de bosques inundables y ecosistemas acuáticos de várzea e igapo (Ecorregión de humedales amazónicos). Informe Final. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP) & Fondo Mundial para la Naturaleza (World Wildlife Fund), Programa Perú (WWF OPP). Iquitos, Perú. 161 pp. + 7 anexos. Tipog.
- INGEMMET. 1995. Geología del Perú. INGEMMET (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico), Boletín Serie A: Carta Geol. Nac., 55. 177 pp.
- INGEMMET. 2000. Memoria explicativa del Mapa Geológico del Perú. Escala 1:1 000 000. 1999. INGEMMET (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico), Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 136. 71 pp.
- INRENA. 1994. Mapa ecológico del Perú. Instituto Nacional de Recursos Naturales, Ministerio de Agricultura, Lima, Perú.
- INRENA. 1995a. Mapa ecológico del Perú 1994. Guía explicativa. Instituto Nacional de Recursos Naturales, Ministerio de Agricultura, Lima, Perú. 220 págs. + 84 fotos.
- INRENA. 1995b. Mapa forestal del Perú. Instituto Nacional de Recursos Naturales, Ministerio de Agricultura, Lima, Perú.
- INRENA. 1996a. Guía explicativa del mapa forestal 1995. INR-49-DGF. Dirección General Forestal, Instituto Nacional de Recursos Naturales, Ministerio de Agricultura. Lima, Perú. 147 pp.
- INRENA. 1996b. Mapa de suelos del Perú. 1: 500 000. Dirección General de Aguas y Suelos, Instituto Nacional de Recursos Naturales. Lima, Perú. 61 pp.
- INRENA-DGANPFS. 1997. Estudio Nacional de Diversidad Biológica. Volúmenes I-IV. Instituto Nacional de Recursos Naturales - Dirección General de Áreas Protegidas Naturales y Fauna Silvestre. Lima, Perú.
- KALLIOLA, R. & FLORES PAITÁN, S. 1998. (eds.). Geoecología y desarrollo amazónico: estudio integrado en la zona de Iquitos, Perú. *Annales Universitatis Turkuensis Ser. A II* 114. 544 pp.
- KALLIOLA, R., PUHAKKA, M. & DANJOY, W. (eds.). 1993a. Amazonía Peruana vegetación húmeda tropical en el llano subandino. Proyecto Amazonía de la Universidad de Turku & Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Jyväskylä, Finlandia. 265 pp.
- KALLIOLA, R., LINNA, A., PUHAKKA, M., SALO, J. & RÄSÄNEN, M. 1993b. Mineral nutrients from fluvial sediments in the Peruvian Amazon. *Catena* 20: 333-349.
- KALLIOLA, R., SALO, J., PUHAKKA, M., RAJASILTA, M., HÄME, T., NELLER, R.J., RÄSÄNEN, M.E. & DANJOY ARIAS, W.A. 1992. Upper Amazon channel migration. Implications for vegetation perturbation and succession using bitemporal Landsat MSS images. *Naturwissenschaften* 79: 75-79.
- KAUFFMAN, S., PAREDES ARCE, G. & MARQUINA, R. 1998. Suelos de la zona de Iquitos. *En*: Kalliola, R. & Flores Paitán, S. 1998. (eds.). Geoecología y desarrollo amazónico: estudio integrado en la zona de Iquitos, Perú. *Annales Universitatis Turkuensis Ser. A II* 114. pp 139-229.
- LEO, M. & ROMO, M. 1992. Distribución altitudinal de roedores Sigmodontines (Cricetidae) en el Parque Nacional Río Abiseo, San Martín, Perú. *Memorias del Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos* 21: 105-118.
- LINNA, A. 1993. Factores que contribuyen a las características del sedimento superficial en la selva baja de la Amazonía peruana. *En*: Kalliola, R., Puhakka, M. & Danjoy, W. (eds.). Amazonía peruana vegetación húmeda tropical en el llano subandino. Proyecto Amazonía de la Universidad de Turku & Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Jyväskylä, Finlandia. pp. 88-97.
- MALLEAUX, J. 1971. Estratificación forestal con uso de fotografías aéreas. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 82 pp.
- MAPA GEOECOLÓGICO DE LA ZONA DE IQUITOS, PERÚ. 1998. Anexo del libro Kalliola, R. & Flores Paitán, S. (eds.). Geoecología y desarrollo amazónico: estudio integrado en la zona de Iquitos, Perú. *Annales Universitatis Turkuensis Ser. A II* 114. 544 pp.
- MAPA GEOECOLÓGICO DE LA SELVA BAJA DE LA AMAZONÍA PERUANA. 1993. Anexo del libro Kalliola, R., Puhakka, M. & Danjoy, W. (eds.). Amazonía peruana vegetación húmeda tropical en el llano subandino. Proyecto Amazonía de la Universidad de Turku & Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Jyväskylä, Finlandia. 265 pp.
- MARENGO, J. 1984. Estudio Sinóptico-Climático de los friajes (Frigems) en la Amazonía peruana. *Revista Forestal del Perú* 12 (1/2): 55-80.



- MARENGO, J. 1998. Climatología de la zona de Iquitos, Perú. En: Kalliola, R. & Flores Paitán, S. 1998. (eds.). Geoecología y desarrollo amazónico: estudio integrado en la zona de Iquitos, Perú. *Annales Universitatis Turkuensis Ser. AII 114*. pp 35-57.
- MARSHALL, L.G. & LUNDBERG, J.G. 1996. Miocene deposits in the Amazonian Foreland Basin. *Science* 273: 123-124.
- MEJÍA C., K., RODRÍGUEZ A., F. & BENDAYÁN A., L. 2000. Proyecto Estudio de las Formaciones de Palmeras en la Reserva Nacional Pacaya - Samiria. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) & Fondo Mundial para la Naturaleza (World Wildlife Fund, WWF). Iquitos, Perú. 50 p. Tipog.
- OLSON, D.M. & DINERSTEIN, E. 1998. The global 200: A representative approach to conserving the Earth's most biologically valuable ecoregions. *Conservation Biology* 12: 502-515.
- O'NEILL, J. 1992. A general overview of the montane avifauna of Peru. *Memorias del Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos* 21: 47-55.
- ONERN. 1976. Mapa ecológico del Perú. Guía explicativa. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Lima, Perú. 146 pp. + anexo.
- ONERN. 1981. Mapa de capacidad de uso mayor de las tierras del Perú. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Lima, Perú. Escala 1:1 000 000, 6 láminas.
- ONERN. 1982. Clasificación de las tierras del Perú. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Lima, Perú. 161 pp.
- ONERN. 1986. Perfil ambiental del Perú. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Lima, Perú. 242 pp.
- PAREDES ARCE, G., KAUFFMAN, S. & KALLIOLA, R. 1998. Suelos aluviales recientes de la zona Iquitos-Nauta. En: Kalliola, R. & Flores Paitán, S. 1998. (eds.). Geoecología y desarrollo amazónico: estudio integrado en la zona de Iquitos, Perú. *Annales Universitatis Turkuensis Ser. AII 114*. pp. 231-251.
- PAUT. 1993. Mapa geoecológico de la selva baja de la Amazonía peruana. Proyecto Amazonía de la Universidad de Turku, Finlandia (PAUT). En: Kalliola, R., Puhakka, M. & Danjoy, W. (eds.). Amazonía peruana vegetación húmeda tropical en el llano subandino. Proyecto Amazonía de la Universidad de Turku & Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Jyväskylä, Finlandia. Anexo.
- PITMAN, N.C.A., TERBORGH, J.W., SILMAN, M.R. & NUÑEZ, V.P. Tree species distributions in an upper Amazonian forest. *Ecology* 80 (8): 2651-2661.
- PITMAN, N.C.A., TERBORGH, J.W., SILMAN, M.R., NUÑEZ, V.P., NEILL, D.A., CERÓN, C.E., PALACIOS, W.A. & AULESTIA, M. 2001. Dominance and distribution of trees in upper Amazonian terra firme forests. *Ecology* 82 (8): 2101-2117.
- POULSEN, A.D. & TUOMISTO, H. 1996. Small-scale to continental distribution patterns of Neotropical pteridophytes: The role of edaphic preferences. En: Camus, J.M., Gibby, M. & Johns, R.J. (eds.). Pteridology in perspective. Royal Botanical Gardens, Kew, Gran Bretaña. pp. 551-561.
- PRENDERGAST, J.R., QUINN, R.M., LAWTON, J.H., EVERSHAM, B.C. & GIBBONS, D.W. 1993. Rare species, the coincidence of diversity hotspots and conservation strategies. *Nature* 365: 335-337.
- PUHAKKA, M., KALLIOLA, R., RAJASILTA, M. & SALO, J. 1992. River types, site evolution and successional vegetation patterns in Peruvian Amazonia. *Journal of Biogeography* 19: 651-665.
- PUHAKKA, M., KALLIOLA, R., SALO, J. & RAJASILTA, M. 1993. La sucesión forestal que sigue a la migración de ríos en la selva baja peruana. 1993. En: Kalliola, R., Puhakka, M. & Danjoy, W. (eds.). Amazonía peruana vegetación húmeda tropical en el llano subandino. Proyecto Amazonía de la Universidad de Turku & Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Jyväskylä, Finlandia. pp. 167-200.
- PULGAR VIDAL, J. 1981. Geografía del Perú, Las Ocho Regiones Naturales del Perú. Editorial Universo S.A. Lima, Perú. 313 pp.
- RADAMBRASIL. 1980. Levantamento de recursos naturais. Volume 20 Folha SC. 21 Juruena, Rio de Janeiro, Brasil. Ministério das Minas e Energia, Departamento Nacional da Produção Mineral. Brasil.
- RODRÍGUEZ, F. 1990. Los suelos de áreas inundables de la Amazonía peruana: potencial, limitaciones y estrategia para su investigación. *Folia Amazónica* 2: 7-25.
- RODRÍGUEZ, F., BENDAYÁN, L., ROJAS, C. & CALLE, C. 1991. Los suelos de la región del Amazonas según unidades fisiográficas. *Folia Amazónica* 3: 7-21.

- RODRÍGUEZ, J.J., CÁRDENAS, G., CRUZ DE LA, A., LLERENA, N., RÍOS, S., RIVERA, C., SALAZAR, E., VARGAS, V.H., SOINI, P. & RUOKOLAINEN, K. 2003. Comparaciones florísticas y faunísticas entre diferentes lugares de bosques de tierra firme en la selva baja de la Amazonía peruana. *Folia Amazonica* 14 (1): 35-72
- RUOKOLAINEN, K. & TUOMISTO, H. 1998. Vegetación natural de la zona de Iquitos. *En: Kalliola, R. & Flores Paitán, S. 1998. (eds.). Geoecología y desarrollo amazónico: estudio integrado en la zona de Iquitos, Perú. Annales Universitatis Turkuensis Ser. AII 114. pp 253-365.*
- RÄSÄNEN, M. 1993. La geohistoria y geología de la Amazonía peruana. *En: Kalliola, R., Puhakka, M. & Danjoy, W. (eds.). Amazonía peruana vegetación húmeda tropical en el llano subandino. Proyecto Amazonía de la Universidad de Turku & Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Jyväskylä, Finlandia. pp. 43-67.*
- RÄSÄNEN, M., KALLIOLA, R. & PUHAKKA, M. 1993. Mapa geoecológico de la selva baja peruana: Explicaciones. *En: Kalliola, R., Puhakka, M. & Danjoy, W. (eds.). Amazonía peruana vegetación húmeda tropical en el llano subandino. Proyecto Amazonía de la Universidad de Turku & Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Jyväskylä, Finlandia. pp. 207-216.*
- RÄSÄNEN, M., LINNA, A., SANTOS, J. & NEGRI, F. 1995. Late Miocene tidal deposits in the Amazonian Foreland Basin. *Science* 269: 386-390.
- RÄSÄNEN, M., LINNA, A., IRION, G., REBATA HERNANI, L., VARGAS HUAMAN, R. & WESSELINGH, F. 1998. Geología y geofomas de la zona de Iquitos. *En: Kalliola, R. & Flores Paitán, S. (eds.). Geoecología y desarrollo amazónico: estudio integrado en la zona de Iquitos, Perú. Annales Universitatis Turkuensis Ser. AII 114: 59-137.*
- RÄSÄNEN, M., NELLER, R., SALO, J. & JUNGNER, H. 1992. Recent and ancient fluvial depositional system in the Amazonian foreland basin, Peru. *Geological Magazine* 129: 293-306.
- RÄSÄNEN, M., SALO, J., JUNGNER, H. & ROMERO PITTMAN, L. 1990. Evolution of the Western Amazon lowland relief: impact of Andean foreland dynamics. *Terra Nova* 2: 320-332.
- SALO, J. 1987. Pleistocene forest refuges in the Amazon: evaluation of the biostratigraphical, lithostratigraphical and geomorphical data. *Annales Zoologici Fennici* 24: 203-211.
- SALO, J., KALLIOLA, R., HÄKKINEN, I., MÄKINEN, Y., NIEMELÄ, P., PUHAKKA, M. & COLEY, P.D. 1986. River dynamics and the diversity of the Amazon lowland forest. *Nature* 322: 254-258.
- SCHROEDER, R. 1969. La distribución climática del Perú. *En: Atlas histórico-geográfico y de paisajes peruanos. INP, Lima, Perú.*
- SENAMHI. 1988. Mapa de clasificación climática del Perú. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Lima, Perú.
- SHEPARD, G.H., YU, D.W. & NELSON, B.W. Ethnobotanical ground-truthing and forest diversity in the Western Amazon. *Advances in Economic Botany. En prensa.*
- SIAMAZONIA Sistema de Información de la Diversidad Biológica de la Amazonía Peruana. [www.siamazonia.org.pe](http://www.siamazonia.org.pe).
- TRICART, J. 1977. Ecodinámica. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Brasil. 97 pp.
- TUOMISTO, H. & RUOKOLAINEN, K. 1998. Uso de especies indicadoras para determinar características del bosque y de la tierra. *En: Kalliola, R. & Flores Paitán, S. 1998. (eds.). Geoecología y desarrollo amazónico: estudio integrado en la zona de Iquitos, Perú. Annales Universitatis Turkuensis Ser. AII 114. pp 481-491.*
- TUOMISTO, H., RUOKOLAINEN, K. & SALO, J. 1992. Lago Amazonas: Fact or fancy? *Acta Amazonica* 22 (3): 353-361.
- TUOMISTO, H., RUOKOLAINEN, K., KALLIOLA, R., LINNA, A., DANJOY, W & RODRÍGUEZ, Z. 1995. Dissecting Amazonian Biodiversity. *Science* 269: 63-66.
- UNESCO/OMM. 1975. Atlas climático de América del Sur. Mapa 1:5 000 000 y 1:10 000 000. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) & Organización Meteorológica Mundial (OMM). París, Francia.
- USDA-NRCS (United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service). 1998. Keys to Soil Taxonomy. 8<sup>th</sup> ed. 328 pp.
- WHITNEY, B.M. & ÁLVAREZ ALONSO, J. 1998. A new Herpsilochmus Antwren (Aves, Thamnophilidae) from Northern Amazonian Peru and adjacent Ecuador: The role of edaphic heterogeneity of terra firme forest. *The Auk* 115 (3): 559-576.





*Instituto de Investigaciones  
de la Amazonía Peruana*

**BIODAMAZ**  
**Perú - Finlandia**

## **EQUIPO TÉCNICO DEL PROYECTO**

### **DIRECCIÓN DEL PROYECTO:**

Hernán Tello Fernández  
Sanna-Kaisa Juvonen  
Jukka Salo

Director Nacional  
Coordinadora del Proyecto  
Coordinador Científico (Univ. de Turku)

### **COMPONENTE 1: Estrategia, Planes de Acción y Sistema de Información**

Luis Campos Baca  
Martín Cárdenas Vásquez  
Ada Castillo Ordinola  
Rosana Gonzáles Arzubialdes  
Pedro Gratelly Silva  
Luis Gutiérrez Morales  
Antonietta Gutiérrez-Rosati  
Yolanda Guzmán Guzmán  
Sanna-Kaisa Juvonen  
Risto Kalliola  
Carlos Linares Bensimon  
José Maco García  
Jean Mattos Reaño  
José Mena Álvarez  
Víctor Miyakawa Solís  
Víctor Montreuil Frías

Jukka Salo  
Hernán Tello Fernández  
Tuuli Toivonen  
Jimmy Vargas Moreno  
Lissie Wahl

### **COMPONENTE 2: Análisis Regional de la Diversidad Biológica**

Fernando Rodríguez Achung  
León Bendayán Acosta  
Glenda Cárdenas Ramírez  
Luis Cuadros Chávez  
Alicia De la Cruz Abarca  
Filomeno Encarnación Cajañaupa  
Lizardo Fachín Malaverri  
Darwin Gómez Ventocilla  
Sanna-Kaisa Juvonen  
Risto Kalliola  
Nelly Llerena Martínez  
José Luis Hurtado  
Sandra Ríos Torres  
Carlos Rivera Gonzáles  
Juan Rodríguez Gamarra  
Kalle Ruokolainen  
Edwin Salazar Zapata  
José Sanjurjo Vílchez

Pekka Soini  
Salvador Tello Martín  
Víctor Vargas Paredes

### **COMPONENTE 3: Conservación *In Situ* y *Ex Situ***

Kember Mejía Carhuanca  
Nélida Barbagelata Ramírez  
Martín Cárdenas Vásquez  
Ada Castillo Ordinola  
Tania de la Rosa  
Roosevelt García Villacorta  
Alicia Julián Benites  
Sanna-Kaisa Juvonen  
Risto Kalliola  
Markku Kanninen  
Ari Linna  
José Maco García  
Matti Räsänen  
Francisco Reátegui Reátegui  
Kalle Ruokolainen  
Ilari Sääksjärvi  
Jukka Salo  
Matti Salo

Hernán Tello Fernández  
Heiter Valderrama Freyre  
Nélida Valencia Coral  
Rodolfo Vásquez Martínez  
Julio Villacorta Ramírez  
Mari Walls

### **APOYO A LA GESTIÓN DEL PROYECTO**

Edwin Arrarte Flores  
Víctor Chung Bartra  
Jessica Díaz Alvarado  
Valentín García Ríos  
Miguel Pinedo Arévalo  
Carlos Suárez  
Diana Tang Tuesta



## SIGLAS

ANP:	Área Natural Protegida
BIODAMAZ:	Proyecto Diversidad Biológica de la Amazonía Peruana. Convenio Perú-Finlandia
CDB:	Convenio sobre la Diversidad Biológica
CDC UNALM:	Centro de Datos para la Conservación - Universidad Nacional Agraria La Molina
CONAM:	Consejo Nacional del Ambiente
ERDBA:	Estrategia Regional de la Diversidad Biológica Amazónica
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
IGN:	Instituto Geográfico Nacional del Perú
IIAP:	Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana
INADE:	Instituto Nacional de Desarrollo
INGEMMET:	Instituto Geológico Minero y Metalúrgico
INRENA:	Instituto Nacional de Recursos Naturales
MIPRE:	Ministerio de la Presidencia
MUA:	Macro Unidad Ambiental
NIR:	Región del Infrarrojo Cercano
ONERN:	Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ahora INRENA)
ONG:	Organización No Gubernamental
OPP WWF:	Oficina Programa Perú de la WWF
PAUT:	Proyecto Amazonía, Universidad de Turku (UTU), Finlandia
PCM:	Presidencia del Consejo de Ministros
PNUD:	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
SENHAMI:	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
SIAMAZONÍA:	Sistema de Información de la Diversidad Biológica y Ambiental de la Amazonía Peruana
TRFIC:	( <i>Tropical Rain Forest Information Center</i> ) Centro de Información sobre Bosques Tropicales
UNALM:	Universidad Nacional Agraria La Molina
UNAP:	Universidad Nacional de la Amazonía Peruana
USDA-NRCS:	( <i>United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service</i> ) Departamento de Agricultura de los Estados Unidos- Servicio de Conservación de Recursos Naturales
USGS:	( <i>United States Geological Survey</i> ) Panorama Geológico de Estados Unidos
UTU-ART:	Grupo de Investigación Amazonía, Universidad de Turku, Finlandia
WRS:	( <i>Worldwide Referente System</i> ) Sistema de notación global para datos Landsat
WWF:	( <i>World Wildlife Fund</i> ) Fondo Mundial para la Naturaleza
ZEE:	Zonificación Ecológico-Económica

**Por:**

Filomeno Encarnación Cajañaupa, Risto Kalliola y Fernando Rodríguez Achung

**En colaboración con:**

Walter Castro Medina, Francisco Reátequi Reátequi, José Maco García, Roger Escobedo Torres, León Bendayán Acosta, José Sanjurjo Vilchez, Kalle Ruokolainen, Matti Räsänen, Sanna-Kaisa Juvonen, Programa de Ordenamiento Ambiental del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (POA-IIAP), y Grupo de Investigación Amazonía de la Universidad de Turku de Finlandia (UTU-ART)

**Edición:**

Editora responsable: Sanna-Kaisa Juvonen  
Edición: Víctor Hugo Montreuil Frías, Sanna-Kaisa Juvonen

**Diagramación:**

- Angel Pinedo Flor  
- Dominus Publicidad