



Memoria Descriptiva

MAPA

ECOSISTEMAS

DEPARTAMENTO DE CUSCO



Gobierno Regional
Cusco

Gerencia Regional de Recursos
Naturales y Gestión Ambiental

Werner Máximo Salcedo Álvarez
Gobernador de la Región Cusco (GRC)

Jose Luis Mancilla Quispe
Gerente Regional de Recursos Naturales y Gestión Ambiental (GRRNGA)

Equipo técnico GRRNGA

José Kala Mamani, Yulina Pelaez Tapia, Rosalbina Butrón Loayza, Hugo Labra Huanaco, Abner Santiago Torres Ramos, Sergio Leiva Moscoso, Marcela Moreno Herrera, Israel Aragón Romero.

Equipo SIG de apoyo GRRNGA

Jhon Jacinto Peredo Quispe, Juan Carlos Cusihuaman Cusiyunca, Jose Karym Zavaleta Silva, Cristhian Francisco Canales Lancho

Equipo técnico del Ministerio del Ambiente – MINAM

Dirección General de Ordenamiento Territorial y de la Gestión Integrada de los Recursos Naturales - DGOTGIRN	Dirección de Monitoreo y Evaluación de los Recursos Naturales del Territorio – DMERNT
Adrián Fernando Neyra Palomino – director	<ul style="list-style-type: none">• William Augusto Llactayo León – Coordinador Técnico• Angelica Sauñe Ferrel• Germán Arturo Marchand Laynes• Miriam Rodríguez Sánchez





Gobierno Regional
Cusco

Gerencia Regional de Recursos
Naturales y Gestión Ambiental

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección General de Ordenamiento Territorial y de la Gestión Integrada de Recursos Naturales del Ministerio del Ambiente, por el acompañamiento y asesoramiento durante el proceso de elaboración del Mapa de Ecosistemas del Departamento de Cusco; Asimismo, al Ing. Walter Huamani Anampa de la Dirección General de Diversidad Biológica, por la disponibilidad para atender nuestras consultas.

A las instituciones que contribuyeron con información necesaria para la elaboración del Mapa de Ecosistemas del departamento de Cusco: Instituto de Manejo de Agua y del Medio Ambiente (IMA), Gerencia Regional de Agricultura (GERAGRI), Plan de Mejoramiento de Riego en Sierra y selva (Plan MERISS), Municipalidad Distrital de Pichari, Municipalidad Distrital de Vilcabamba, Municipalidad Distrital de Echarate, Municipalidad Distrital de Ocobamba, Asociación para la Conservación de la Cuenca Amazónica (ACCA), Andes Biodiversity and Ecosystem Research Group (ABERG).

A los especialistas e investigadores: Dr. Isau Huamantupa Chuquimaco, Blgo. Israel Aragón Romero, Blgo. Abel Monteagudo Mendoza, Blgo. Wilfredo Chávez, Dr. José Antonio Ochoa Cámara y Dr. Washington Galiano Sánchez, por su disposición a las consultas y al Dr. William Farfán Ríos por las consultas y por la información brindada de su base de datos de las especies presentes en la región Yunga y los pajonales húmedos del Parque Nacional del Manu.

Al equipo técnico encargado de la elaboración del Plan Maestro del ACR Choquequirao por su aporte y participación en el proceso de validación. Al Blgo. Jim Farfan y al Blgo. Wilfredo Chavez por la revisión del contenido y sugerencias para la mejora de este documento.

De manera especial, agradecemos a las personas que en su momento impulsaron la gestión para la elaboración de este importante instrumento para el Departamento del Cusco: la Blga. María Isabel Cazorla, Blga. Marcela Moreno Herrera, Blgo. Michael García Arancibia, Blgo. Raúl Fernando Quispe Pocco, Ing. Eva Luz Ramos Pipa, Ing. Elvis Ramírez Galicia y al proyecto "*Recuperación del Servicio Ecosistémico de Control de Erosión de Suelos en las Comunidades Campesinas Priorizadas de los Distritos de: Checca, Layo, Acomayo, Pomacanchi, Rondocan y Occoruro del Departamento Cusco*", que acogió este proceso.

Finalmente, extendemos nuestro agradecimiento a todas aquellas personas, que nos permitieron ingresar a sus predios, comunidades o localidades para realizar los trabajos de validación.





1	INTRODUCCIÓN	9
2	ANTECEDENTES	10
3	FINALIDAD.....	11
4	OBJETIVO.....	11
5	ALCANCES	11
6	MARCO NORMATIVO	12
6.1	MARCO LEGAL INTERNACIONAL	12
6.2	MARCO LEGAL NACIONAL	13
6.3	MARCO LEGAL REGIONAL	15
7	CONSIDERACIONES GENERALES DEL MAPA DE ECOSISTEMAS.	17
8	METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL MAPA DE ECOSISTEMAS. .	18
8.1	DIAGNOSTICO DE LA INFORMACION BASE.	20
8.1.1	Definición de la lista de ecosistemas	21
8.2	RECOPIACIÓN, SISTEMATIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACION. 22	
8.2.1	Definición conceptual de los ecosistemas de Cusco.....	22
8.3	CONSTRUCCIÓN CARTOGRÁFICA	27
8.3.1	Adecuación de la información cartográfica.....	27
8.3.2	Integración de capas temáticas	30
8.4	VALIDACIÓN DEL MAPA DE ECOSISTEMAS	34
8.4.1	Diseño de muestreo	35
8.4.2	Diseño de respuesta.....	40
8.4.3	Análisis de exactitud.....	45
9	LOS ECOSISTEMAS DEL DEPARTAMENTO DE CUSCO.....	53
9.1	ECOSISTEMAS DE LOS BOSQUES HÚMEDOS AMAZÓNICOS.....	55
9.1.1	Bosque aluvial inundable	55
9.1.2	Bosque de terraza no inundable	57
9.1.3	Bosque de colina baja	59
9.1.4	Bosque de colina alta	61
9.1.5	Pacal.....	63
9.1.6	Bosque estacionalmente seco oriental (Urubamba).....	65
9.1.7	Pantano de palmeras	67
9.2	ECOSISTEMAS DE LA REGIÓN YUNGA.....	69
9.2.1	Bosque basimontano de yunga.....	69
9.2.2	Bosque montano de yunga	71
9.2.3	Bosque altimontano (pluvial) de yunga.....	73
9.2.4	Matorral montano	75



9.3	ECOSISTEMAS DE LA REGIÓN ANDINA	77
9.3.1	Pajonal de puna húmeda	77
9.3.2	Pajonal de puna seca	79
9.3.3	Bofedal.....	83
9.3.4	Zona periglacial y glaciar	85
9.3.5	Matorral andino.....	87
9.3.6	Matorral de puna seca.....	89
9.3.7	Bosque relicto altoandino (Q'euña y otros).....	91
9.3.8	Bosque relicto mesoandino.....	93
9.3.9	Bosque estacionalmente seco interandino (Apurímac).....	95
9.4	ECOSISTEMAS ACUÁTICOS.....	97
9.4.1	Lagos y lagunas.....	97
9.4.2	Ríos.....	99
9.5	ZONAS INTERVENIDAS.....	101
9.5.1	Plantación forestal	101
9.5.2	Zona agrícola.....	101
9.5.3	Zona urbana	101
9.5.4	Zona minera.....	102
9.5.5	Vegetación secundaria	102
10	CONCLUSIONES	104
11	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105
12	ANEXOS 111	

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1	Ecosistemas identificados para el departamento del Cusco	20
Tabla N° 2	Lista de ecosistemas definidos para el departamento de Cusco.....	21
Tabla N° 3	Fisiografía a nivel de subpaisaje por unidad.....	26
Tabla N° 4	Clasificación de piso ecológicos.....	27
Tabla N° 5	Unidades identificadas por Sistemas Ecológicos.....	28
Tabla N° 6	Unidades identificadas por Cobertura vegetal.....	28
Tabla N° 7	Unidades identificadas por el mapa Fisiográfico, Zonas de Vida e Hipsografía.....	29
Tabla N° 8	Unidades identificadas por Cobertura amazonia y Cobertura andes.....	30
Tabla N° 9	Distribución de puntos de validación en los 23 estratos.....	37
Tabla N° 10	Puntos de muestreo validados en campo.....	43
Tabla N° 11	Puntos validados por la información secundaria.....	43
Tabla N° 12	Datos de validación de los puntos de muestreo.....	45
Tabla N° 13	Ejemplo de Matriz de confusión con medidas de precisión.....	46
Tabla N° 14	Matriz de confusión del Mapa de Ecosistemas del Departamento de Cusco	47



Gobierno Regional
Cusco

Gerencia Regional de Recursos
Naturales y Gestión Ambiental

Tabla N° 15 Valoración del coeficiente kappa.....	52
Tabla N° 16 Unidades del Mapa de Ecosistemas y su superficie (ha).....	54

Anexos

Anexo 1 Relación de fuentes de información recopilada.....	111
Anexo 2 Relación de Artículos, tesis y otras fuentes de información.....	112
Anexo 3 Relación de Información recopilada de instituciones.....	114
Anexo 4 Llenado de la Ficha de Validación para los Ecosistemas.....	115
Anexo 5 Modelo de Ficha de campo, para levantamiento de Información.....	116
Anexo 6 Panel fotográfico de validación en campo.....	117





LISTA DE ACRÓNIMOS

ACR	: Área de Conservación Regional
ACP	: Área de conservación Privada
ACCA	: Asociación para la Conservación de la Cuenca Amazónica
ABERG	: Andes Biodiversity and Ecosystem Research Group
CENAGRO	: Censo Nacional Agropecuario
CIPCA	: Centro de Investigación y Promoción del Campesinado
CBD	: Convenio sobre la Diversidad Biológica
CDC	: Centro de Datos para la Conservación
DRAG	: Dirección Regional de Agricultura Cusco
DGOTGIRN	: Dirección General de Ordenamiento Territorial y de la Gestión Integrada de los Recursos Naturales
DGDB	: Dirección General de Diversidad Biológica
DGEFA	: Dirección General de Economía y Financiamiento Ambiental
EDZ	: Estudio de Diagnóstico y Zonificación
GR-CUSCO	: Gobierno Regional de Cusco.
IIAP	: Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana
INAIGEM	: Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña
IMA	: Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente
INEI	: Instituto Nacional de Estadística e Informática
INGEMET	: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico
MERESE	: Mecanismo de Retribución por Servicios Ecosistémicos
MINAM	: Ministerio del Ambiente
MIDAGRI	: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego
MDP	: Municipalidad Distrital Pichari
ONERN	: Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales
OSINFOR	: Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales
ODS	: Objetivos de Desarrollo Sostenible
PDRC	: Plan de Desarrollo Regional Concertado
PDU	: Plan de Desarrollo Urbano
PDLC	: Plan de Desarrollo Local Concertado
PNCBMCC	: Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio. Climático
PFOT	: Proyecto Fortalecimiento del Desarrollo de Capacidades en Ordenamiento Territorial en la Región Cusco





Gobierno Regional
Cusco

Gerencia Regional de Recursos
Naturales y Gestión Ambiental

PP 144	: Programa Presupuestal 144 “Conservación y Uso Sostenible de los Ecosistemas para la provisión de servicios ecosistémicos”
PLAN MERIS	: Plan de Mejoramiento de Riego en Sierra y Selva
PNUD	: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
SERFOR	: Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre
SENACE	: Servicio Nacional de Certificación
SNGA	: Sistema Nacional de Gestión Ambiental
SINANPE	: Sistema Nacional de Áreas naturales Protegidas por el Estado
UNSAAC	: Universidad Nacional San Antonio Abad Cusco
UNALM	: Universidad Nacional Agraria la Molina
ZEE	: Zonificación Ecológica y Económica
ZF	: Zonificación Forestal







1 INTRODUCCIÓN

La diversidad de paisajes, regiones naturales, biomas, zonas de vida, ecorregiones, pisos ecológicos y ecosistemas definen al Perú como uno de los países megadiversos del mundo, formando un vasto mosaico a lo largo de todo el territorio nacional (MINAM, 2019a)

El departamento de Cusco es un territorio que presenta una gran variedad de paisajes distribuidos a lo largo de las tres regiones naturales: región andina, yunga y selva tropical, estos paisajes forman ecosistemas naturales con características particulares, dando lugar a los actuales patrones de distribución de plantas y animales.

Los ecosistemas son un “complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio físico que interactúan como una unidad funcional” (CDB, 1992), estos ecosistemas brindan de servicios ecosistémicos fundamentales para la sostenibilidad y calidad de vida humana. No obstante, su aprovechamiento debe ser sostenible y amparado por las políticas nacionales, sectoriales y regionales; sin embargo, este patrimonio natural se ve afectado por la acción humana con actividades como el cambio de uso del suelo, sobrepastoreo, tala selectiva, incendios, sobreexplotación de sus recursos, entre otras.

En este contexto, la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Gobierno Regional Cusco, con acompañamiento de la Dirección General de Ordenamiento Territorial y de la Gestión Integrada de los Recursos Naturales del Ministerio del Ambiente, ha elaborado el mapa de ecosistemas del departamento Cusco, el cual facilitará los procesos de planificación y toma de decisiones, así como el establecimiento de prioridades y estrategias de conservación, recuperación de ecosistemas y manejo de recursos naturales, en el marco de las Estrategias de Diversidad Biológica.

Gracias al trabajo participativo y articulado con diversas instituciones (MINAM, IMA, DRAC, ACCA, UNSAAC, gobiernos locales y otros), así como la colaboración de especialistas, expertos e investigadores, se logró determinar, mapear y corroborar en campo 22 ecosistemas, a una escala regional de mapeo 1/50 000. Esto incluye 20 ecosistemas terrestres y 2 ecosistemas acuáticos, distribuidos de la siguiente manera: siete (7) en la región selva tropical, cuatro (4) en la región yunga y nueve (9) en la región andina. La cartografía elaborada mostro un alto grado de concordancia según el coeficiente de kappa de 0.86, lo que confirma su alta confiabilidad.

El mapa de ecosistemas constituye un instrumento técnico y orientador, que contribuye a la gestión del territorio departamental, el monitoreo de los ecosistemas, la diversidad biológica, los recursos naturales renovables, los servicios ecosistémicos y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.



2 ANTECEDENTES

Han pasado más de 50 años, desde el lanzamiento del primer satélite de recursos naturales Landsat1 en 1972 (Larrañaga, 2016), que ha permitido el desarrollo de importantes avances en el estudio e interpretación de la cobertura terrestre, gracias a la gran cantidad de satélites de observación, que permiten obtener información espacial cartografiable de las unidades de ecosistemas. En el Perú, el ente rector de la cartografía nacional es el Instituto Geográfico Nacional (IGN), que en 1999 ha realizado la actualización de la Carta Nacional a escala 1:100 000, el cual constituye la cartografía base para la elaboración de los mapas temáticos como el Mapa de Ecosistemas del Departamento de Cusco.

Desde la década de 1960 se ha venido desarrollando importantes iniciativas de sistemas de clasificación de los biomas terrestres a nivel de cartografía nacional, una primera basada en conceptos biogeográficos es el mapa de ecorregiones del Perú, que define once (11) ecorregiones (Brack, 1986) cada una con condiciones homogéneas de clima, suelo, hidrología, flora y fauna, representado en un área geográfica del territorio. Asimismo, se tiene el Mapa de Regiones Ecológicas del Perú con quince (15) regiones ecológicas (Zamora, 1996), finalmente el Centro de Datos para la Conservación de la Universidad Nacional de La Molina, realizó un análisis del recubrimiento del sistema de áreas naturales protegidas, proponiendo veintinueve (21) ecorregiones para el Perú, los cuales fueron tomados por el Plan Director de las Áreas Naturales Protegidas, aprobado por Decreto supremo N° 016-2009-MINAM. una segunda basada en zonas de vida como el Mapa Ecológico del Perú (ONERN, 1976), el Mapa de Provincias Biogeográficas del Perú (Rodríguez, 1996), el Mapa Forestal del Perú (Malleux, 1975), Mapa ecológico del Perú (INRENA, 1995) y el Mapa Nacional de Cobertura Vegetal (MINAM, 2015) que propone 56 tipos de cobertura vegetal para el Perú, y el Mapa Nacional de Ecosistemas que identifica y caracteriza 36 ecosistemas para el territorio peruano (MINAM, 2019a)

Para Cusco, Ceballos en 1970, publica su trabajo intitulado “Los Pisos Zoogeográficos del Departamento del Cusco” donde realiza una revisión de todos los trabajos antes hechos sobre la biogeografía andina, que van desde los 8 pisos ecológicos de Pulgar Vidal, a los esquemas de zonas de vida de Holdridge aplicados por Joseph Tosi al Perú, y los trabajos realizados en fitogeografía. Al comparar toda esta información, Ceballos propone los siguientes pisos biogeográficos para el departamento del Cusco:

1. Piso de Cordillera (más de 4500 m s. n. m.)
2. Piso de Puna (3700 - 4500 m s. n. m.)
3. Piso de Qheshwa o de Quebrada (Valles interandinos, 3700-2500 m s. n. m.)
4. Piso de Valles Serranos o Interandinos (Valles interandinos, 2500-1900 m s. n. m.)
5. Piso de la Ceja de Montaña o Ceja de Selva (Vertientes orientales, 3800-1800 m s. n. m.)
6. Piso de Yunka (1800–800 m s. n. m.)

Divide a su vez el piso de Quebrada en dos subpisos, el superior o qheshwa alta, también llamado subpuna y que va entre 3000 a 3700 m s. n. m., y el inferior o qheshwa baja, también llamado mesoandino, y que abarca de 2500 a 3000 m s. n. m. (Ceballos, 1970)

En un esquema más amplio y generalizado para todo el Perú (Brack, 1986), propone 11 ecorregiones, dos marinas y nueve terrestres, de las cuales el departamento del Cusco posee las siguientes:

1. Ecorregión de Puna y los altos Andes (encima de 3500/3800 m s. n. m.)

2. Ecorregión de Selva Alta (Se extiende por todo el flanco oriental andino del Perú)
3. Ecorregión de Selva Baja (Por debajo de los 800 m s. n. m.)

La Zonificación Ecológica Económica elaborada por el Proyecto Especial Regional Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente, identifica sitios prioritarios para la conservación, asegurar la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos, mantener muestras de paisaje, evitar la extensión de especies de flora y fauna silvestre y pone las bases para el plan de Ordenamiento Territorial de la Región Cusco (IMA, 2009).

El Mapa de Cobertura Vegetal (GRCUSCO, 2016a), identifica sesenta y ocho (68) comunidades vegetales para el territorio del departamento de Cusco.

El Mapa de Sistemas Ecológicos (GRCUSCO, 2016b), identifica 45 sistemas ecológicos para el departamento de Cusco tomando en cuenta la clasificación de unidades biogeográficas de NatureServe publicada en 2009.

En ecología geográfica del Cusco (Aragón & Chuspe, 2018) determino 53 sistemas ecológicos basándose en la clasificación de unidades biogeográficas de NatureServe y consideró necesaria la creación de un nuevo sistema ecológico, denominándola “pajonales y rodales de Puya de la puna húmeda”.

Finalmente, el Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú (MINAM, 2019a), identifica y caracteriza 19 ecosistemas en su base cartográfica, para el departamento del Cusco, el cual constituye el documento base para el presente estudio.

3 FINALIDAD

El Mapa de ecosistemas del departamento de Cusco es un instrumento para la gestión del territorio, monitoreo de los ecosistemas y sus componentes (diversidad biológica, recursos naturales y servicios ecosistémicos), mediante su utilidad en la formulación de proyectos de inversión, estudios de impacto ambiental y planes de desarrollo.

4 OBJETIVO

Identificar, caracterizar y representar la distribución espacial de los ecosistemas del departamento de Cusco a escala regional.

5 ALCANCES

El Mapa de Ecosistemas del departamento de Cusco tiene alcance regional, en cuanto a su representación, y su aplicación tendrá un impacto en los siguientes aspectos:

- Constituye un instrumento técnico orientador para el diseño e implementación de políticas públicas.
- Contribuye a la evaluación y monitoreo del estado de la biodiversidad a nivel de ecosistemas.
- Permite estimar la biodiversidad a nivel de ecosistemas para su gestión sostenible de los recursos naturales en el ámbito regional.
- Sirve de insumo temático en la gestión del territorio y/o planes de ordenamiento territorial (ZEE, ZF, EDZ, PDRC, PDU, PDLC, entre otras).
- Fortalece los instrumentos de gestión, conservación y uso sostenible de la diversidad biológica (Estrategia Regional de Diversidad Biológica, Estrategia Regional de Adaptación al Cambio Climático, entre otros).
- Contribuye a la representación, valorización y recuperación de los servicios ecosistémicos (MERESE, Programa presupuestal 144).
- Identifica los ecosistemas de interés para su conservación, mediante la creación de nuevas Áreas Naturales Protegidas (ACR, ACP)

6 MARCO NORMATIVO

Los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) adoptados en 2015 por las naciones unidas fue un llamado universal a la acción para detener la pobreza, proteger al planeta y garantizar para el 2030 que todas las personas disfruten de paz y prosperidad, con sostenibilidad social, económica y ambiental (PNUD, 2015). Por lo que el objetivo 15 “vida de ecosistemas terrestres” define entre sus metas al 2030, velar por la conservación, restablecimiento de los ecosistemas, promover la gestión sostenible, luchar contra la desertificación, reducir la degradación de hábitat naturales e incorporar los valores ecosistémicos en la planificación nacional y local movilizando los recursos necesarios.

El Perú suscribe los ODS, mediante la aprobación de leyes, decretos, resoluciones y convenios de cooperación, que promueven el cumplimiento de las metas trazadas a nivel nacional y local a través de sus diferentes organismos sectoriales y niveles de gobierno (ONU-PERU, 2021), es así que el presente instrumento se enmarca en el siguiente marco normativo:

6.1 MARCO LEGAL INTERNACIONAL

- Protocolo de Nagoya (2011), Promueve el uso de recursos genéticos, los conocimientos tradicionales y fortalecer las oportunidades para compartir de manera justa y equitativa los beneficios que se deriven de su uso, para generar incentivos para conservar la diversidad biológica y utilizar de manera sostenible sus componentes.
- Convención Internacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía (1994), acuerdo que relaciona el medio ambiente y el desarrollo con el manejo sostenible de los suelos.
- Cumbre de Río (1992), en el capítulo 13 del programa 21, respecto al ordenamiento de ecosistemas frágiles, incluye el desarrollo sostenible de las zonas de montaña.
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1992), lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmosfera a un nivel que impida interferencias antropógenos peligrosas en el sistema climático.
- Convenio sobre la Diversidad Biológica (1992), promueve la conservación de la diversidad biológica, recursos genéticos, especies y ecosistemas; con la utilización sostenible de sus componentes, la participación justa y equitativa de los beneficios que se derivan de la utilización de los recursos genéticos.
- Carta Mundial de la Naturaleza (1982), Se reconoce la necesidad de que se debe adoptar medidas adecuadas en niveles nacionales e internacionales para proteger la naturaleza y promover la cooperación internacional, para la conservación de los recursos naturales, en beneficio de las generaciones presentes y futuras.
- Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres – CMS (1979). conocida como la Convención de Bonn, reúne a los Estados por los que pasan los animales migratorios, y establece las bases legales para medidas de conservación coordinadas internacionalmente a través de un área de migración.
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres – CITES (1973), Vela por que el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no constituya una amenaza para su supervivencia.

- La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano (1972), establece en el *Principio 4*, que el hombre tiene la responsabilidad especial de preservar y administrar el patrimonio de la flora y fauna silvestre y su hábitat, que se encuentran en peligro, por una combinación de factores adversos. Y el *principio 5*, de modo complementario menciona que “los recursos no renovables de la tierra deben emplearse de forma que se evite el peligro de su futuro agotamiento y se asegure que toda la humanidad comparta los beneficios de tal empleo”.
- La Convención sobre los Humedales (RAMSAR, 1971), menciona que los humedales son indispensables por los innumerables beneficios o "servicios ecosistémicos" que brindan a la humanidad, desde suministro de agua dulce, alimentos, materiales de construcción y biodiversidad, hasta control de crecidas, recarga de aguas subterráneas y mitigación del cambio climático.

6.2 MARCO LEGAL NACIONAL

- La Constitución Política del Perú:
 - Artículo 66. establece que los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la Nación, siendo el Estado soberano en su aprovechamiento.
 - Artículo 68, que el Estado está obligado a promover la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas.
 - En Los artículos 67 y 68, mencionan que el Estado promueve el uso sostenible de los recursos naturales y la conservación de la diversidad biológica.
- Ley N.º 28611, Ley General del Ambiente.
 - Artículo 20.- De los objetivos de la planificación y el Ordenamiento Territorial se Promueve la protección, recuperación y/o rehabilitación de los ecosistemas degradados y frágiles.
 - Artículo 97 y 98.- De los lineamientos para políticas sobre diversidad biológica se promueve la conservación de la diversidad de ecosistemas
- Ley N.º 26839, Ley sobre la conservación y aprovechamiento sostenible de la diversidad biológica.
 - Artículo 26.- Declara de prioridad e interés nacional la investigación científica sobre el conocimiento de los ecosistemas y el manejo y conservación de los mismos. Y también conservar la diversidad de ecosistemas, especies y genes, así mantener los procesos ecológicos esenciales de lo que dependen la supervivencia de las especies.
- Ley N.º 29763, Ley Forestal y de Fauna Silvestre. Promueve la conservación, la protección, el incremento y el uso sostenible del patrimonio forestal y de fauna silvestre dentro del territorio nacional.
- Ley N.º 28245 que aprueba el Sistema Nacional de Gestión Ambiental – SNGA, indica la necesidad de que los Gobiernos Regionales cuenten con los instrumentos de gestión ambiental, contribuyendo a la descentralización y a la gobernabilidad del país.
- Ley N.º 29338, Ley de Recursos Hídricos. Conjuntamente que su reglamento, D.S. N.º 001-2010_AG y su modificatoria con el D. S. N.º 023-2014-MINAGRI, regula el uso y gestión de los recursos hídricos.
- Ley N.º 27867, Ley orgánica de gobiernos regionales. Conjuntamente con su modificatoria mediante la Ley N.º 27902 que establece, en el artículo 8, respecto a la sostenibilidad, la gestión regional se caracteriza por la búsqueda del equilibrio intergeneracional en el uso racional de los recursos naturales para

lograr los objetivos de desarrollo, la defensa del medio ambiente y la protección de la biodiversidad.

- Ley N.º 26834, Ley de Áreas Naturales Protegidas y su Reglamento, D.S. N.º 038-2001-AG, norma los aspectos relacionados con la gestión de las Áreas Naturales Protegidas y su conservación.
- La Política Nacional del Ambiente, aprobada con Decreto Supremo N.º 023-2021-MINAM, tiene como objetivos mejorar la conservación de las especies, la diversidad genética, reducir los niveles de deforestación y degradación de ecosistemas.
- La “Estrategia Nacional de Diversidad Biológica al 2021 y su Plan de Acción actualizada al 2021”, aprobada mediante Decreto Supremo N.º 004-2021-MINAM, tiene entre sus objetivos estratégicos el de “mejorar el estado de la biodiversidad y mantener la integridad de los servicios ecosistémicos que brinda”.
- Decreto Supremo N.º 003-2021-MINAM, establece el Área de Conservación Regional Chuyapi Urusayhua, cuyo objetivo es conservar los ecosistemas de yungas y la puna de los andes centrales, asociados a la montaña del Urusayhua y la parte alta de la cuenca de Chuyapi; así como la diversidad biológica que albergan, garantizando la provisión de los servicios ecosistémicos en beneficio de las poblaciones locales y contribuyendo a la mitigación del cambio climático.
- Decreto supremo N.º 015-2021-MINAM, establece el Área de Conservación Regional Q’eros-Kosñipata, cuyo objetivo es conservar los ecosistemas de punas de los andes centrales y yungas peruanas por su alta riqueza y endemismos, contribuyendo a la protección de los bosques relictos de queuña y podocarpo (*Polylepis* sp. y *Podocarpus* sp.), conectividad, servicios ecosistémicos hídricos que proveen a la población y al desarrollo local, y a la mitigación del cambio climático.
- El Decreto Supremo N.º 007-2020-MINAGRI, que aprueba el Protocolo de Actuación Interinstitucional para Gestionar y Proteger los ecosistemas incluidos en la Lista Sectorial de ecosistemas frágiles.
- Decreto supremo N.º 012-2019-MINAM, que establece el Área de Conservación Regional Ausangate para conservar una muestra representativa de la ecorregión Puna de los Andes Centrales del Cusco, que contienen un alto valor biológico, paisajístico y de regulación hídrica, que incluye a los nevados del macizo del Ausangate y las áreas asociadas a éste, aportando así a la reducción de la vulnerabilidad de las especies y ecosistemas frágiles frente al Cambio Climático, y con ello asegurar los servicios ecosistémicos que brindan en beneficio local, regional y nacional.
- Decreto Supremo N.º 006-2017-MINAM, se establece el Área de Conservación Regional Tres Cañones, que tiene como objetivo asegurar y conservar la biodiversidad en función a los objetos de conservación, el entorno natural de los paisajes, la identidad cultural y los monumentos arqueológicos, presentes en el área.
- Decreto Supremo N.º 020-2016-MINAGRI, que aprueba el reglamento sobre la formalización del reconocimiento de zonas de agrobiodiversidad orientadas a la conservación y uso sostenible de especies nativas cultivadas por parte de los pueblos indígenas.
- Decreto Supremo. N.º 054-2011-PCM. Plan estratégico de desarrollo Nacional: Dentro del eje estratégico 6. Ambiente, diversidad biológica, y gestión de riesgo de desastres. Con el objetivo: Aprovechamiento eficiente, responsable y

sostenible de la diversidad biológica, asegurando una calidad ambiental adecuada para la vida saludable de las personas y el desarrollo del país.

- Decreto Supremo N.º 022-2010-MINAM, se crea el Área de Conservación Regional de Choquequirao, el cual tiene como objetivo de creación proteger los ecosistemas de bosques montanos secos y húmedos y ecosistemas de alta montaña (incluyendo nevados), en el ámbito de Choquequirao y el macizo del Salkantay, constituyéndose en la primera área de conservación regional del Cusco.
- Decreto Supremo N.º 087-2004-PCM, y sus modificatorias con: Decreto Supremo N.º 023-2007-PCM y Decreto Supremo N.º 088-2007-PCM, que reglamenta de Zonificación Ecológica Económica, referido al proceso dinámico y flexible para la identificación de diferentes alternativas de uso sostenible de un territorio determinado.
- Resolución Ministerial N.º 069-2022-MINAM, que aprueba la extensión del horizonte temporal del plan estratégico sectorial multianual del sector ambiental al 2026, para promover la sostenibilidad en el uso de la diversidad biológica y los servicios ecosistémicos como activos de desarrollo del país.

6.3 MARCO LEGAL REGIONAL.

- Ordenanza Regional N.º 158-2018-CR/GRC.CUSCO, que declara de interés regional la zonificación forestal del departamento de Cusco para conformar el Equipo técnico que facilite el desarrollo del referido proceso en el departamento del Cusco.
- Ordenanza Regional N.º 150-2018-CR/GRC.CUSCO, crea el Grupo Técnico para la elaboración de la Estrategia y Plan de Acción de la Diversidad Biológica de la Región Cusco, instrumento técnico que coadyuve a evitar y prevenir la disminución, pérdida y deterioro de la Diversidad Biológica Regional e incrementar su aporte al desarrollo de la región Cusco.
- Ordenanza Regional N.º 139-2018-CR/GRC.CUSCO, que modifica el artículo primero y segundo de la Ordenanza Regional N.º 092-2015-CR-GRC.CUSCO, crea el Comité Técnico Regional frente a los Incendios Forestales en el departamento de Cusco cuya finalidad sea organizar y dirigir la estimación, prevención y reducción del riesgo.
- Ordenanza Regional N.º 114-2016-CR/GRC.CUSCO, que aprueba el Plan de desarrollo regional concertado Cusco al 2021 con prospectiva al 2030, de la ruta estratégica, en la acción estratégica para asegurar un ambiente saludable y sostenible que reduzca la vulnerabilidad de la población y sus medios de vida, promueve la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.
- Ordenanza Regional N.º 036-2012-CR/GRC.CUSCO, se crea el Sistema Regional de Áreas de Conservación de la Región Cusco (SIRAC), cuyo objetivo es asegurar la adecuada gestión de las Áreas de Conservación existentes de orden nacional, regional y local para promover la creación de nuevas áreas que encierren la representatividad de la biodiversidad Regional y la conectividad entre ellas.
- Ordenanza Regional N.º 020-2012-CR/GRC.CUSCO, aprueba la Estrategia Regional Frente al Cambio Climático ERFCC, que, dentro de sus estrategias regionales prioritarias, en el punto de biodiversidad con la estrategia general para reducir la vulnerabilidad de las especies y ecosistemas frágiles frente al cambio climático.



Gobierno Regional
Cusco

Gerencia Regional de Recursos
Naturales y Gestión Ambiental

- Ordenanza Regional N.º 050-2009-CR/GRC.CUSCO, que declara de prioridad la protección de dieciocho (18) zonas de conservación regional en el ámbito de todo el departamento del Cusco, además indicando el papel de la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente, para proponer la creación de áreas de conservación regional en estas zonas.
- Ordenanza Regional N.º 047-2008-CR-GRC.CUSCO, modificado por la Ordenanza Regional N.º 063-2009-CR-GRC.CUSCO, que aprueba el texto de la Zonificación Ecológica, Económica a nivel de Macrozonificación como instrumento de apoyo al proceso de Ordenamiento Territorial Ambiental del país.



7 CONSIDERACIONES GENERALES DEL MAPA DE ECOSISTEMAS.

El mapa nacional de ecosistemas elaborado por el Ministerio del Ambiente, así como el presente documento, toman la definición del término “ecosistemas” como: **“un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales, microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional”**, descrito en el artículo 2 del documento del Convenio sobre la Diversidad Biológica suscrito por las Naciones Unidas en 1992, y aprobado mediante Resolución Legislativa N.º 26181 del 30 de abril de 1993, el cual ha sido incluido en los instrumentos de gestión nacional.

Por lo que las unidades identificadas en el mapa hacen referencia a ecosistemas naturales terrestres como unidades funcionales reconocibles a una escala adecuada al territorio, como bosques, matorrales o pajonales, con las siguientes consideraciones:

- La escala del mapa de ecosistemas del departamento de Cusco está elaborada a 1: 50 000, y sirve de referencia para escalas provinciales, dicha escala tiene concordancia con instrumentos cartográficos como el mapa de cobertura vegetal, mapa fisiográfico, mapa de sistemas ecológicos, entre otros de la propuesta de meso zonificación ecológica económica.
- Delimita solo los ecosistemas naturales o que hayan conservado su naturalidad manteniendo su estructura, su funcionalidad y procesos ecológicos, por lo tanto, no se consideran los espacios ya transformados conocidos como “zonas intervenidas” donde comprende la zona agrícola, zona urbana, zona minera, plantación forestal y vegetación secundaria.
- El mapa de ecosistemas del departamento de Cusco está basado en la cobertura vegetal del territorio, siendo la fisonomía vegetal, una característica y criterio muy importante para identificar y definir los ecosistemas.
- Identifica ecosistemas continentales del territorio departamental: ecosistemas acuáticos y terrestres.
- Los humedales en el mapa de ecosistemas del departamento de Cusco fueron diferenciados en 2 tipos, de acuerdo al documento “Definiciones conceptuales del Mapa Nacional de Ecosistemas” (MINAM, 2019b): bofedales en la región andina y pantano de palmeras en la región selva tropical.
- Constituye una herramienta para la gestión pública, por lo que se considera soporte para instrumentos de gestión territorial, gestión de ecosistemas, así como estrategias, planes, lineamientos u otros.

8 METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL MAPA DE ECOSISTEMAS.

El proceso metodológico para la elaboración del Mapa de Ecosistemas del Departamento de Cusco se estableció con acompañamiento del Ministerio del Ambiente mediante asistencias técnicas de los especialistas de la Dirección General de Ordenamiento Territorial y Gestión integral de Recursos Naturales en las siguientes etapas del proceso metodológico:

- a. **Diagnóstico de la información base.** Consistió en el establecimiento de las consideraciones generales del mapa de ecosistemas a escala regional, revisión del documento de definiciones conceptuales de los ecosistemas del Perú, así como la memoria descriptiva del mapa nacional de ecosistemas, revisión de los 19 ecosistemas identificados para el departamento de Cusco por el mapa nacional de ecosistemas, identificación de tres (3) nuevos ecosistemas (pantano de palmeras, matorral montano y matorral de puna seca) y determinación de ecosistemas para su actualización.
- b. **Recopilación, sistematización y análisis de la información.** Consistió en la sistematización de la información disponible, recopilación de la información cartográfica y documental, definición conceptual de veinte y dos (22) ecosistemas con el aporte de expertos e investigadores del departamento de Cusco, en base a los factores diagnóstico de cada unidad de ecosistema y exploración de la información cartográfica disponible de acuerdo a la lista de ecosistemas.
- c. **Construcción cartográfica.** Consistió en la preparación de la información satelital del sensor LandSat 8 del 2018, mejora de los límites de los ecosistemas identificados, en base a la integración de la cartografía de cobertura vegetal, fisiografía e ipsografía proveniente del proyecto FOT del Gobierno regional Cusco, considerando la escala de mapeo y la unidades mínimas de mapeo, acondicionamiento cartográfico de ecosistemas identificados, representación cartográfica de tres (3) nuevas unidades de ecosistema, actualización de los factores biofísicos que permiten la caracterización de los ecosistemas.
- d. **Validación del mapa de ecosistemas.** Consistió en el diseño de muestreo que determino la toma de muestra de doscientos treinta (230) puntos de observación con distribución aleatoria estratificada, que se validaron mediante la información secundaria documental e imágenes de satélite de alta resolución, así como con trabajo de campo, consistente en prospección directa, seguido de un análisis de exactitud con matriz de confusión que permite conocer el nivel de confianza que el mapa de ecosistemas logra expresar en la realidad.
- e. **Aprobación y socialización del instrumento.** Consistió en la revisión de la cartografía y memoria descriptiva del mapa de ecosistemas del departamento de Cusco, por parte de la DGOTGIRN MINAM como ente rector en materia de gestión y cartografía ambiental, posteriormente se aprueba mediante ordenanza regional el mapa de ecosistemas del departamento de Cusco como instrumento técnico de gestión por el consejo regional del Gobierno Regional de Cusco, finalmente se lleva a cabo la presentación, publicación y difusión del mapa de ecosistemas del departamento de Cusco como instrumento técnico de gestión ambiental a nivel de gobierno regional y gobiernos locales del departamento de Cusco.

Figura N° 1 Proceso de elaboración del Mapa de Ecosistemas del departamento de Cusco



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

8.1 DIAGNOSTICO DE LA INFORMACION BASE.

El Ministerio del Ambiente, tras un trabajo articulado y participativo con expertos a nivel nacional e instituciones, logró identificar y definir conceptualmente 39 ecosistemas para el ámbito continental peruano. Esta importante labor fue oficializada en los documentos de la **Memoria Descriptiva del Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú y Definiciones Conceptuales de los Ecosistemas del Perú**, aprobada mediante la Resolución Ministerial N.º 440-2018-MINAM. Basándose en esta herramienta, se reconocen 19 ecosistemas para el territorio del departamento de Cusco, distribuidos en las regiones naturales de sierra, selva tropical y yungas.

Tabla N° 1 Ecosistemas identificados para el departamento del Cusco

Nº	ECOSISTEMAS
1	Bosque aluvial inundable
2	Bosque de terraza no inundable
3	Bosque de colina baja
4	Bosque de colina alta
5	Pacal
6	Bosque estacionalmente seco oriental (Urubamba)
7	Bosque basimontano de yunga
8	Bosque montano de yunga
9	Bosque altimontano (pluvial) de yunga
10	Pajonal de puna seca
11	Pajonal de puna húmeda
12	Bofedal
13	Zona periglacial y glaciar
14	Matorral andino
15	Bosque relicto altoandino (q'euñas y otros)
16	Bosque relicto mesoandino
17	Bosque estacionalmente seco interandino (Apurímac)
18	Lagos y lagunas
19	Ríos

Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

El diagnóstico de la información base comprende los siguientes procesos.

Revisión de los 19 ecosistemas identificados: Se realizó una revisión y análisis exhaustivos de los 19 ecosistemas identificados en el departamento de Cusco según el Mapa Nacional de Ecosistemas. La revisión y análisis abarcó la extensión, distribución en el territorio departamental y su ubicación en las distintas regiones naturales, así como en las diferentes provincias del departamento.

Identificación de nuevos ecosistemas: Para mejorar y completar esta lista de ecosistemas del departamento de Cusco, el equipo técnico del Gobierno Regional de

Cusco realizó la identificación de nuevos ecosistemas en el departamento. Este trabajo se basó en la revisión y análisis de las definiciones de cada ecosistema identificado en el territorio peruano, enfocándose principalmente en los ecosistemas de las regiones naturales de selva tropical, yunga y sierra tomando como referencia el documento "Definición conceptual de los ecosistemas del Perú". El análisis también consideró los factores diagnósticos (fisiografía, rango altitudinal, vegetación, etc), las especies botánicas registradas y la distribución de cada ecosistema en el país. A partir de estos análisis y revisiones, se identificaron tres nuevos ecosistemas presentes en el departamento de Cusco.

- Pantano de palmeras
- Matorral de puna seca
- Matorral montano

La presencia de estos nuevos ecosistemas fue corroborada con información secundaria, como mapas temáticos de Zonificación ecológica y económica a nivel meso, artículos científicos, tesis y seminarios de investigación e informes institucionales, así como consultas a expertos, especialistas e investigadores del departamento de Cusco.

Determinación de ecosistemas para ser actualizados: El instrumento del Mapa Nacional de Ecosistemas fue trabajado a una escala 1/100 000. Sin embargo, los 19 ecosistemas naturales determinados para el departamento de Cusco requirieron una actualización a una escala de 1/50 000, esta actualización permitió una delimitación más precisa, así como una mejor comprensión de la extensión y distribución de estos ecosistemas.

8.1.1 Definición de la lista de ecosistemas

La lista de ecosistemas del departamento de Cusco se definió inicialmente con los 19 ecosistemas identificados por el "Mapa Nacional de Ecosistemas" y fue complementada con el trabajo del equipo técnico del Gobierno Regional de Cusco, donde determinaron tres nuevos ecosistemas. De esta manera, la lista de ecosistemas del departamento de Cusco se amplió a un total de 22 ecosistemas.

Tabla N° 2 Lista de ecosistemas definidos para el departamento de Cusco

Nº	REGIÓN NATURAL	ECOSISTEMAS
1	Selva tropical	Bosque aluvial inundable
2		Bosque de terraza no inundable
3		Bosque de colina baja
4		Bosque de colina alta
5		Pacal
6		Pantano Palmeras
7		Bosque estacionalmente seco oriental (Urubamba)
8	Yunga	Bosque basimontano de yunga
9		Bosque montano de yunga
10		Bosque altimontano (pluvial) de yunga
11		Matorral montano
12	Andina	Pajonal de puna seca

Nº	REGIÓN NATURAL	ECOSISTEMAS	
13		Pajonal de puna húmeda	
14		Bofedal	
15		Zona periglaciario y glaciario	
16		Matorral andino	
17		Matorral de puna seca	
18		Bosque relicto altoandino (q'euñas y otros)	
19		Bosque relicto mesoandino	
20		Bosque estacionalmente seco interandino (Apurímac)	
21		Ecosistema acuático	Lagos y lagunas
22			Ríos

Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

8.2 RECOPIACIÓN, SISTEMATIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACION.

Se llevó a cabo una exhaustiva recopilación, sistematización y análisis de toda la información bibliográfica y cartográfica disponible a nivel departamental, relacionada con temas de vegetación, cobertura vegetal y ecosistemas. Para ello, primeramente, se enviaron documentos a diferentes municipalidades e instituciones como el MINAM, MIDAGRI, IMA y SERNANP. Además, se realizó una búsqueda en seminarios y tesis de investigación en los repositorios institucionales de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC) <https://repositorio.unsaac.edu.pe/>, y de la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa (UNSA) <https://repositorio.unsa.edu.pe/>, también se recopiló publicaciones, trabajos y otros (Anexo N.º 1, 2 y 3).

8.2.1 Definición conceptual de los ecosistemas de Cusco.

Los ecosistemas al ser considerados como unidad funcional, que vienen interactuando de manera dinámica, conformado por los seres vivos y su medio físico, pueden ser identificados y delimitados por las características de sus factores biofísicos que interactúan entre sí y que pueden ser medibles.

Los criterios utilizados para la identificación de los ecosistemas del departamento de Cusco están en función a la escala de mapeo (1/50 000), las áreas mínimas de mapeo fueron variables de acuerdo al ecosistema delimitadas a una escala de trabajo de 1/15 000, considerando un área mínima de mapeo desde 0.4 ha y en base a la imagen satelital (LandSat 8, 2018) tomando en cuenta la región natural, el bioclima, la cobertura vegetal, la fisiografía y los pisos ecológicos (Figura 2).

La definición conceptual de los ecosistemas del departamento de Cusco tomó como base de referencia el Mapa Nacional de Ecosistemas. Sin embargo, los factores diagnósticos, como el rango altitudinal, las especies de flora y fauna registrada, y la fisiografía, se basaron en diversas publicaciones científicas, seminarios, tesis de investigación y trabajos realizados en el territorio departamento de Cusco

La categoría de amenaza de las especies de flora y fauna, se utilizó la lista de conservación de nivel internacional de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), ya que proporciona información actualizada sobre las tres categorías de amenaza: en peligro crítico (CR), en peligro (EN) y vulnerable (VU),

además de la categoría preventiva de casi amenazado (NT). Para las especies de flora registradas en los ecosistemas de la región de la sierra y la selva tropical, se consultó la página web <https://www.iucnredlist.org/> The IUCN red list of threatened species. En el caso de las especies de flora registradas en los ecosistemas de la región yunga, se utilizó el documento "A Regional Red List of Montane Tree Species of the Tropical Andes" (Tejedor et al., 2014) y en cuanto a la categorización de especies de fauna silvestre, se empleó el "Libro rojo de la Fauna Silvestre Amenazada del Perú" (SERFOR, 2018).

Figura N° 2 Criterios utilizados para la definición conceptual de los ecosistemas.



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

8.2.1.1 Región Natural.

El departamento de Cusco presenta tres regiones naturales: selva tropical, yunga y andina. Este criterio permitió identificar a priori los ecosistemas, ya que en cada región natural se agrupan ecosistemas con condiciones similares (clima, suelo, flora, fauna y recursos hídricos) en estrecha interdependencia.

Los conceptos generales para las regiones naturales fueron tomados y adaptados del documento "Memoria descriptiva del Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú" (MINAM, 2019a).

La selva tropical amazónica o selva baja: Se encuentra ubicada en la gran penillanura amazónica o llano subandino (al pie de los andes), en las provincias de La Convención, Paucartambo y Quispicanchi, presenta una de las más ricas formaciones de vida, con una alta biodiversidad de plantas de hasta 300 especies de árboles/ha (Gentry, 1988). Se ubica en dos tipos de paisajes, una planicie inundable que recorre adyacente a lo largo de los ríos y que es inundada varios metros arriba durante el periodo de creciente; y el otro formado por tierra firme no inundable, incluyendo las colinas bajas. El clima se

caracteriza por sus reducidas oscilaciones estacionales durante el año (> 25°C), con periodos conocidos como “friaje” en los meses de junio y julio. Las precipitaciones pluviales varían entre 1300 y 3000 mm/año.

La yunga o selva alta: se encuentra ubicada en el flanco oriental de los andes peruanos, desde los 600 m s. n. m. (Kalliola, et al, 1993) hasta aproximadamente los 3 600 m s. n. m. en las provincias de La Convención, Calca, Paucartambo, Quispicanchi, Urubamba y Anta. El paisaje fisiográfico está dominado por el sistema de montañas desde bajas hasta altas, con fuertes pendientes. El clima se caracteriza por su alta humedad, existiendo zonas de neblina permanente. Los bosques son densos y su fisonomía y florística varían al ascender o descender los pisos altitudinales. Es característico la presencia notable de epífitas (bromelias, orquídeas), helechos y algunas palmeras.

Las yungas contienen ecosistemas frágiles y vienen siendo amenazados por el desarrollo socioeconómico, la explosión demográfica y la expansión agropecuaria, por lo que tiene una alta prioridad para su conservación, los que vienen siendo protegidos por el SINAMPE, como el Santuario Histórico de Machupicchu, Santuario Nacional Mengantoni, Parque Nacional del Manu, Reserva comunal Machiguenga, Reserva comunal Amarakaeri, Áreas de conservación regional (Choquequirao, Q´eros Kosñipata, Chuyapi Urusayhua), así como por las Áreas de conservación privada (ACP).

La región andina: Comprende dos zonas bien definidas. La primera se caracteriza por ser desde semicálida árida hasta fría húmeda, ubicándose en las partes altas y medias de las vertientes de las cuencas del Mapacho, Araza, Vilcanota y Apurímac, comprendida desde 1 500 - 2 000 aproximadamente hasta los 3 800 m s. n. m. identificada por Brack (1986) como la ecorregión “serranía esteparia”, encontrándose la mayor superficie agrícola del Perú. En este amplio rango altitudinal se encuentran zonas desérticas con escasa o nula vegetación en su piso inferior, zonas con cobertura arbustiva, herbácea mayormente de carácter estacional, suculentas (cactáceas) y árboles aislados. La segunda se caracteriza por ser frígida húmeda y frígida seca, ubicándose en la porción superior de las cuencas del Vilcanota y Apurímac a continuación de la “serranía esteparia”, reconocida como ecorregión “puna” (Brack, 1986). En esta zona predominan extensas formaciones de herbáceas que constituyen pastos naturales para la actividad ganadera más importante del país, las que se asocian a comunidades arbustivas siempre verdes conocidas como “tolares”; en las partes elevadas se desarrollan escasas comunidades de hierbas de porte almohadillado, pegadas a ras del suelo y se incluyen pequeños bosques relictos que se encuentran de manera dispersa.

8.2.1.2 Cobertura Vegetal

La cobertura vegetal fue identificada a nivel de formaciones vegetales, tomando en cuenta la fisonomía de las plantas, la cual está relacionada con las formas de vida de las especies vegetales. La cobertura vegetal es el factor más importante y factible para definir y delimitar los ecosistemas. Según Serrada (2011), las formaciones vegetales se clasifican de la siguiente manera:

- Bosque: formación arbórea, formada por plantas leñosas de más de 2 m de altura, que a su vez puede tener varios estratos o pisos.
- Matorral: formación arbustiva, compuesta por plantas leñosas que alcanzan entre 0,5 y 2 m de altura.
- Palmeral: formación arbórea con la predominancia de palmeras.
- Herbazal: formación herbácea, compuesta por plantas sin lignificación.

Figura N° 3 Formación vegetal arbórea



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

Figura N° 4 Formación vegetal arbustiva.



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

Figura N° 5 Formación Vegetal herbácea



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

8.2.1.3 Fisiografía

La fisiografía comprende el estudio, la descripción y la clasificación de las geoformas del terreno (Alvarez, 2009). Este criterio se basa en clasificar a la vegetación según las formas de terreno que ocupan, ya que la variabilidad del suelo influye en los diferentes tipos de vegetación y su medición se da de manera indirecta a través de las formas del terreno como son terrazas, colinas, montañas, etc. Para la delimitación de las geoformas se utilizó el nivel de subpaisaje según la clasificación fisiográfica mostrado en la Tabla 3. Este criterio se utilizó para los ecosistemas de la región natural de la selva tropical, que permite una mejor delimitación de los ecosistemas de esta región natural.

Tabla N° 3 Fisiografía a nivel de subpaisaje por unidad.

UNIDAD	GRAN PAISAJE	PAISAJE	SUB PAISAJE
Bosque aluvial inundable	Llanuras	Llanuras fluvio aluviales	Llanura con terraza ligeramente inclinado
Bosque de terraza no inundable	Llanuras	Llanuras fluvio aluviales	Llanura con terraza moderadamente inclinado
Bosque de colina baja	Colinas	Colinas bajas	Ladera de colina baja allanada
Bosque de colina alta	Colinas	Colinas altas	Ladera de colina alta empinada

Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

8.2.1.4 Piso Ecológico

Los pisos ecológicos son áreas geográficas que se encuentran a diferentes altitudes. El piso ecológico es un factor de diagnóstico característico para la identificación de los ecosistemas de la región natural yunga o selva tropical, por cuanto están relacionados con la fisonomía de la vegetación, la distribución geográfica de las especies vegetales y animales, la biodiversidad, los suelos y el clima (MINAM, 2019b).

Tabla N° 4 Clasificación de piso ecológicos.

PISO ECOLOGICO	
Tipo	Altura
Basimontano	600/800 - 1500/1800
Montano	1800/2000 - 2500
Altimontano	2500 – 3600/3800

Fuente: Definiciones Conceptuales de los Ecosistemas del Perú, MINAM. 2019.

8.3 CONSTRUCCIÓN CARTOGRÁFICA

Se recopilaron y seleccionaron fuentes de información cartográfica principalmente del proyecto “Fortalecimiento del Desarrollo de Capacidades en Ordenamiento Territorial en la Región Cusco” del Gobierno Regional de Cusco en 2016, considerando principalmente los mapas de fisiografía, cobertura vegetal y pisos ecológicos, los cuales forman parte de los criterios de identificación de ecosistemas. Asimismo, se utilizó la data brindada por la DGOTGIRN-MINAM sobre los ecosistemas de zonas glaciár, bofedales, ríos, lagos, lagunas y zonas intervenidas (vegetación secundaria, zona agrícola, zona urbana y zona minera), obtenida de las siguientes instancias: INAIGEM, OSINFOR, SERFOR, MIDAGRI, DGEFA, SENACE y PNCBMCC.

8.3.1 Adecuación de la información cartográfica

La cartografía base utilizada corresponde a la información elaborada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), ente rector de la cartografía nacional peruana, la misma que se encuentra conformada por 42 cartas nacionales a escala 1:100 000, actualizada al 2012 y en formato shapefile.

La cartografía del Mapa Nacional de Ecosistemas a una escala de 1: 100 000, constituye la base temática para la elaboración del Mapa de Ecosistemas del departamento de Cusco a una escala de 1: 50 000, acondicionándose la cartografía según la imagen satelital LandSat 8 del año 2018 con la visualización de las imágenes de mayor resolución espacial de la plataforma Google Earth.

La información temática utilizada para la construcción del mapa fue acondicionada, teniendo como referencia geográfica el sistema de coordenadas planas, con Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM), referida a la zona 18 y utilizando el Datum Geodésico: Word Geodetic System 1984 (WGS-84) (IGN, 2005). Así mismo, se realizaron procedimientos para el ajuste cartográfico entre la cartografía temática y sus respectivas bases de datos, con el objeto de eliminar inconsistencias geométricas y tabulares para su integración.

Durante el proceso de la construcción cartográfica se tomó de referencia los factores diagnóstico del documento: Definiciones conceptuales de los ecosistemas del Perú (MINAM, 2019b), para fortalecer la identificación de las unidades del territorio

Los elementos cartográficos y el material satelital utilizado en la construcción del **Mapa de Ecosistemas del Departamento de Cusco**, referido en cada unidad de ecosistema, que fue incorporado en el mapa y que representan en este documento se muestran en las Tablas 5, 6 y 7.

La cartografía para las unidades de ecosistemas de: Pajonal de puna seca, Matorral de puna seca, Pantano de palmeras y Bosque estacionalmente seco interandino se tomó de referencia la cartografía del Mapa de Sistemas Ecológicos del Cusco, y la información de los sistemas ecológicos de la Cuenca Amazónica de Perú y Bolivia, Sistemas Ecológicos de los Andes y del Centro y Ecología geográfica del Cusco (Tabla 5).

Tabla N° 5 Unidades identificadas por Sistemas Ecológicos.

UNIDADES	FUENTE DE INFORMACIÓN	ÁREA MÍNIMA CARTOGRAFIABLE	TIPO DE IMAGEN SATELITAL
Pajonal de puna seca	Sistemas Ecológicos – Región Cusco (GRCUSCO, 2016b).	20 ha 5 ha	Landsat 8, RapidEye, Google Earth.
Matorral de puna seca			
Pantano de palmeras	Sistemas ecológicos de la Cuenca Amazónica de Perú y Bolivia (Josse et al., 2007).	10 ha 0.5 ha	
Bosque estacionalmente seco interandino (Apurímac)	Sistemas Ecológicos de los Andes y del Centro (NatureServe, 2009). Ecología geográfica del Cusco (Aragón & Chuspe, 2018).		

Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

La cartografía para las unidades de ecosistemas de: Pajonal de puna seca, Matorral de puna seca, Matorral andino, Bosque estacionalmente seco interandino, Matorral montano, Bosque estacionalmente seco oriental, Pacal, Zona periglaciario y glaciar, Bosque relicto altoandino, Bosque relicto mesoandino y Bofedal se tomó de referencia la cartografía del Mapa de Cobertura vegetal del departamento de Cusco (GRCUSCO, 2016a), Mapa Nacional de Cobertura Vegetal (MINAM, 2015), Mapa de Cobertura Vegetal del distrito de Pichari y la información de artículos científicos (Tabla 6).

Tabla N° 6 Unidades identificadas por Cobertura vegetal

UNIDADES	FUENTE DE INFORMACIÓN	ÁREA MÍNIMA CARTOGRAFIABLE	TIPO DE IMAGEN SATELITAL
Pajonal de puna seca	Mapa Nacional de Cobertura Vegetal (MINAM, 2015)	10 ha 5 ha	Landsat 8, RapidEye, Sentinel, Google Earth.
Pajonal de puna húmeda			
Bosque estacionalmente			

UNIDADES	FUENTE DE INFORMACIÓN	ÁREA MÍNIMA CARTOGRAFIA BLE	TIPO DE IMAGEN SATELITAL
seco interandino (Apurímac)	Mapa de Cobertura Vegetal del departamento de Cusco (GRCUSCO, 2016a).		
Matorral de puna seca			
Matorral andino			
Matorral montano	Distribución altitudinal de las Ericaceas en el bosque nublado de Trocha Unión – Reserva Biosfera de Manú (Huaman, 2004).	5 ha	
Bosque estacionalmente seco oriental (Urubamba)	Woody plant diversity in seasonally dry tropical forests of Urubamba basin, a threatened biodiversity hotspot in southern Peru (Huamantupa - Chuquimaco et al., 2017)	2 ha	
Pacal	Caracterización y servicios ecosistémicos del pacal de bosque amazónico en el bajo Urubamba, cusco, Perú (Mendoza et al., 2014)	0.4 ha	
Zona periglaciaria y glaciar	Mapa de Cobertura Vegetal departamento de Cusco (GRCUSCO, 2016a); Cobertura andes (MINAM 2020).	0.8 ha	
Bosque relicto altoandino (q'euñas y otros)			
Bosque relicto mesoandino			
Bofedal			
		0.4 ha	

Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

Para las unidades de la cartografía de Bosque aluvial inundable, Bosque de terraza no inundable, Bosque de colina baja y Bosque de colina alta, se tomó de referencia la cartografía del Mapa Fisiográfico (GRCUSCO, 2013), y para las unidades de Bosque basimontano, Bosque montano de yunga y Bosque altimontano (pluvial) de yunga se tomó de referencia las Zonas de Vida del Mapa de Zonas de vida del departamento de Cusco (GRCUSCO, 2012) y la Hipsografía del mapa base (curva de nivel) (GRCUSCO, 2016c) (Tabla 7).

Tabla N° 7 Unidades identificadas por el mapa Fisiográfico, Zonas de Vida e Hipsografía.

UNIDADES	FUENTE DE INFORMACIÓN	ÁREA MÍNIMA CARTOGRAFIA BLE	TIPO DE IMAGEN SATELITAL
Bosque aluvial inundable	Mapa Fisiográfico del departamento de Cusco (GRCUSCO, 2013)	5 ha	Landsat 8, RapidEye, Google Earth.
Bosque de terraza no inundable		0.5 ha	

UNIDADES	FUENTE DE INFORMACIÓN	ÁREA MÍNIMA CARTOGRAFIABLE	TIPO DE IMAGEN SATELITAL
Bosque de colina baja	Base Hipsografía (GRCUSCO, 2016c) Lista anotada de árboles y afines en los bosques montaños del sureste peruano: la importancia de seguir recolectando (Farfan et al., 2015).		
Bosque de colina alta			
Bosque basimontano de yunga			
Bosque montano de yunga			
Bosque altimontano (pluvial) de yunga			

Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

Para las unidades de la cartografía de Vegetación secundaria, Zona minera, Zona urbana, Zona agrícola, Plantación forestal y ecosistemas acuáticos (Lagos y lagunas, Ríos), se tomó la cartografía de Cobertura amazonia y Cobertura andes recopiladas por la DGOTGIRN MINAM, y referencialmente el Mapa de Uso Actual de Suelos de la Región Cusco (GRCUSCO, 2016d) (Tabla 8).

Tabla N° 8 Unidades identificadas por Cobertura amazonia y Cobertura andes.

UNIDADES	FUENTE DE INFORMACIÓN	ÁREA MÍNIMA CARTOGRAFIABLE	TIPO DE IMAGEN SATELITAL
Vegetación secundaria	Cobertura amazonia (MINAM, 2020), Cobertura andes (MINAM, 2020).	10 ha 0.4 ha	Landsat 8, Sentinel, Google Earth.
Zona minera			
Zona urbana	Mapa de Uso actual de suelos – Región Cusco (GRCUSCO, 2016d).		
Zona agrícola			
Plantación forestal			
Lagos y lagunas			
Ríos			

Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

8.3.2 Integración de capas temáticas

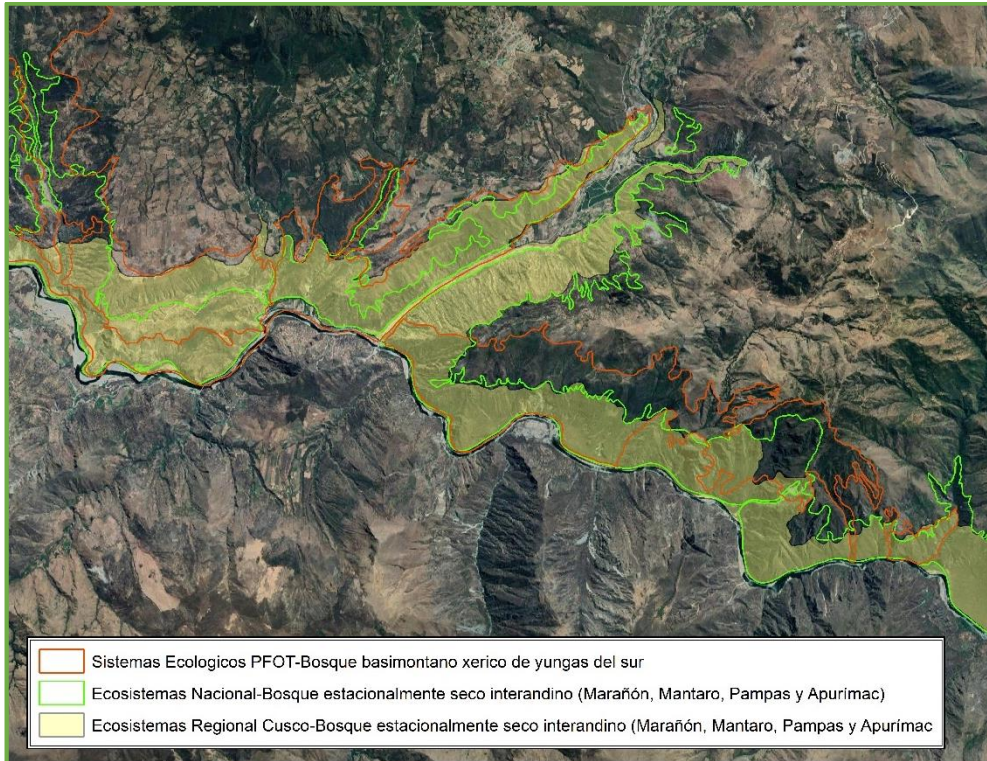
La integración cartográfica de las capas temáticas (factores diagnósticos), fue un proceso analítico y sistemático de reconocimiento de unidades del territorio, que se muestran a continuación.

INTEGRACIÓN DE LAS UNIDADES. DE: PAJONAL DE PUNA SECA, MATORRAL DE PUNA SECA, PANTANO DE PALMERAS Y BOSQUE ESTACIONALMENTE SECO INTERANDINO, UTILIZANDO LOS SISTEMAS ECOLÓGICOS. Se incorporó la cartografía de sistemas ecológicos de la región Cusco (Aragón & Chuspe, 2018) y el Mapa Nacional de Ecosistemas (MINAM, 2019a) como base. Las unidades fueron adecuadas con el apoyo de la fointerpretación de imágenes satelitales LandSat 8 del

2018, con 30 metros de resolución espacial, además de la visualización en la plataforma Google Earth, que permitió la corrección de los desfases existentes entre las bases de datos geométricos y tabulares, y la inclusión de nuevas unidades que no fueron identificados por el mapa nacional de ecosistemas.

Sistemas Ecológicos de la Región Cusco + Mapa Nacional de Ecosistemas = Unidades

Figura N° 6 Unidades resultantes del proceso de integración de Sistemas Ecológicos.



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

INTEGRACIÓN DE LAS UNIDADES: PAJONAL DE PUNA SECA, PAJONAL DE PUNA HÚMEDA, MATORRAL MONTANO, BOSQUE ESTACIONALMENTE SECO INTERANDINO (APURÍMAC), MATORRAL DE PUNA SECA, MATORRAL ANDINO, BOSQUE ESTACIONALMENTE SECO ORIENTAL (URUBAMBA), PACAL, ZONA PERIGLACIAR Y GLACIAR, BOSQUE RELICTO ALTOANDINO, BOSQUE RELICTO MESOANDINO Y BOFEDAL, UTILIZANDO LA COBERTURA VEGETAL. Se incorporó la cartografía de cobertura vegetal del departamento de Cusco (GRCUSCO, 2016a), el Mapa Nacional de Ecosistemas (MINAM, 2019a), la cartografía del Mapa Nacional de Cobertura Vegetal (MINAM, 2015) y Cobertura de Ámbito Andes y Amazonia (DGOTGIRN MINAM) como base.

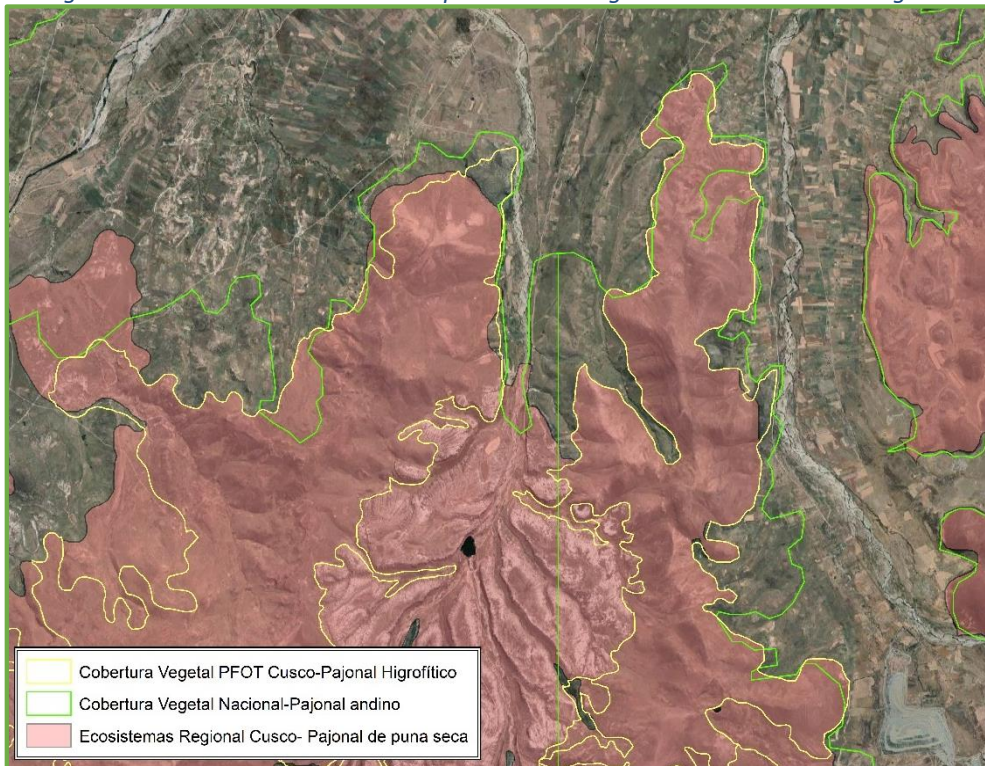
Las unidades fueron adecuadas con el apoyo de la fointerpretación de imágenes satelitales LandSat 8 del 2018, con 30 metros de resolución espacial, además de la visualización en la plataforma Google Earth que permitió la corrección de los desfases existentes entre las bases de datos geométricos y tabulares y la inclusión de nuevas unidades que no fueron identificados por el mapa nacional de ecosistemas.

Cobertura Vegetal de la Región Cusco + Mapa Nacional de Ecosistemas + Mapa Nacional de Cobertura Vegetal + Cobertura Ande = Unidades

Adicionalmente para la unidad de:

- Matorral montano se utilizó el mapa de cobertura vegetal de la ZEE del Distrito de Pichari (MDP, 2019).
- Bosque estacionalmente seco oriental (Urubamba), se utilizó la información del artículo científico “Woody plant diversity in seasonally dry tropical forests of Urubamba basin, a threatened biodiversity hotspot in southern Peru”(Huamantupa-Chuquimaco et al., 2017).
- Pacal, se utilizó la información de la investigación intitulada “Caracterización y servicios ecosistémicos del pacal de bosque amazónico en el bajo Urubamba, Cusco, Perú” (Mendoza et al., 2014).

Figura N° 7 Unidades resultantes del proceso de integración de la Cobertura vegetal.



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

INTEGRACIÓN DE UNIDADES BOSQUE ALUVIAL INUNDABLE, BOSQUE DE TERRAZA NO INUNDABLE, BOSQUE DE COLINA BAJA, BOSQUE DE COLINA ALTA, BOSQUE BASIMONTANO DE YUNGA, BOSQUE MONTANO DE YUNGA Y BOSQUE ALTIMONTANO (PLUVIAL) DE YUNGA, UTILIZANDO LA FISIOGRAFÍA.

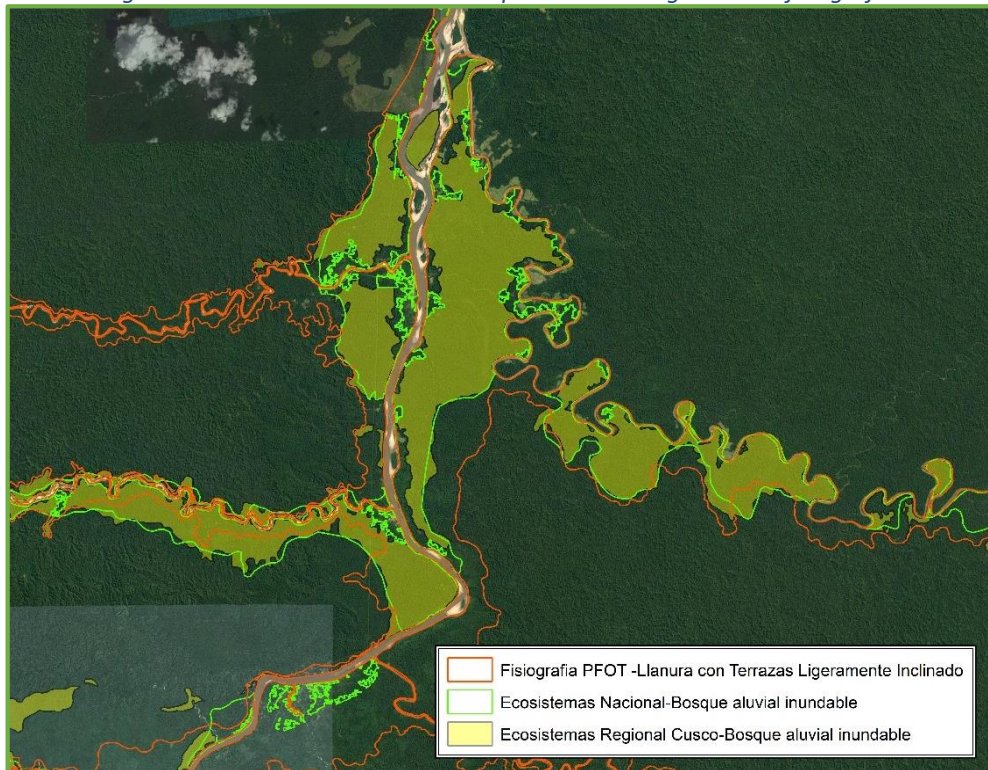
Se incorporó cartografía del mapa de fisiografía del departamento Cusco (GRCUSCO, 2013). Para el Bosque basimontano, montano y altimontano de yunga, se incorporó el Mapa Nacional de Ecosistemas (MINAM, 2019a) y la hipsografía del mapa base (GRCUSCO, 2016c), que permitió la delimitación de las yungas en base a los rangos de altitud.

Las unidades de ecosistemas fueron adecuadas con el apoyo de la fotointerpretación de imágenes satelitales LandSat 8 del 2018, con 30 metros de resolución espacial,

además de la visualización en la plataforma Google Earth que permitió la corrección de los desfases existentes entre las bases de datos geométricos y tabulares, y la inclusión de nuevas unidades que no fueron identificados por el mapa nacional de ecosistemas.

Mapa de Fisiografía del departamento de Cusco + Mapa Nacional de Ecosistemas + hipsografía del mapa base = Unidades

Figura N° 8 Unidades resultantes del proceso de integración de fisiografía.



Fuente: Equipo técnico GRRNGA..

INTEGRACIÓN DE CAPAS DE USO Y CAMBIO DE USO DE LA TIERRA.

Para la integración, identificación y delimitación de las unidades de: Zonas de intervención como: la vegetación secundaria, zona minera, zona agrícola, zona urbana, plantación forestal, ríos y lagos y lagunas, se incorporó la cartografía del Mapa Nacional de Ecosistemas (MINAM, 2019a), la capa de Cobertura Amazonia y Cobertura Andes elaborada por la DGOTGIRN MINAM y el Mapa de Uso y Cambio de Uso de la Tierra al año 2016”, generado por el PNCBMCC como base. Las unidades fueron adecuadas con el apoyo de la fotointerpretación de imágenes satelitales LandSat8 del 2018, con 30 metros de resolución espacial, además de la visualización en la plataforma Google Earth que permitió la corrección de los desfases existentes entre las bases de datos geométricos y tabulares y la inclusión de nuevas unidades que no fueron identificados por el mapa nacional de ecosistemas.

Mapa Nacional de Ecosistemas + Cobertura Amazonia + Cobertura Andes + Mapa de Uso y Cambio de Uso de la Tierra = Unidades

Figura N° 9 Unidades resultantes del proceso de integración de Cobertura Amazonia, Andes y Cambio de uso de la tierra.



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

Como resultado del proceso de integración, se ha logrado mapear veinte (22) ecosistemas a nivel departamental, con los cuales se ha estructurado la leyenda del Mapa de Ecosistemas del departamento de Cusco, que a continuación se detalla:

- Siete (7) ecosistemas para la región natural de selva tropical
- Cuatro (4) ecosistemas para la región natural yunga
- Nueve (9) ecosistemas para la región natural andina
- Dos (2) ecosistemas acuáticos

8.4 VALIDACIÓN DEL MAPA DE ECOSISTEMAS

La validación es un proceso esencial para estimar el nivel de confianza con que se representa la realidad del territorio. La validación del mapa de ecosistemas del departamento de Cusco, que implica la determinación de la confiabilidad temática, se realizó mediante medidas de exactitud, precisión y error, utilizando el método de la matriz de confusión.

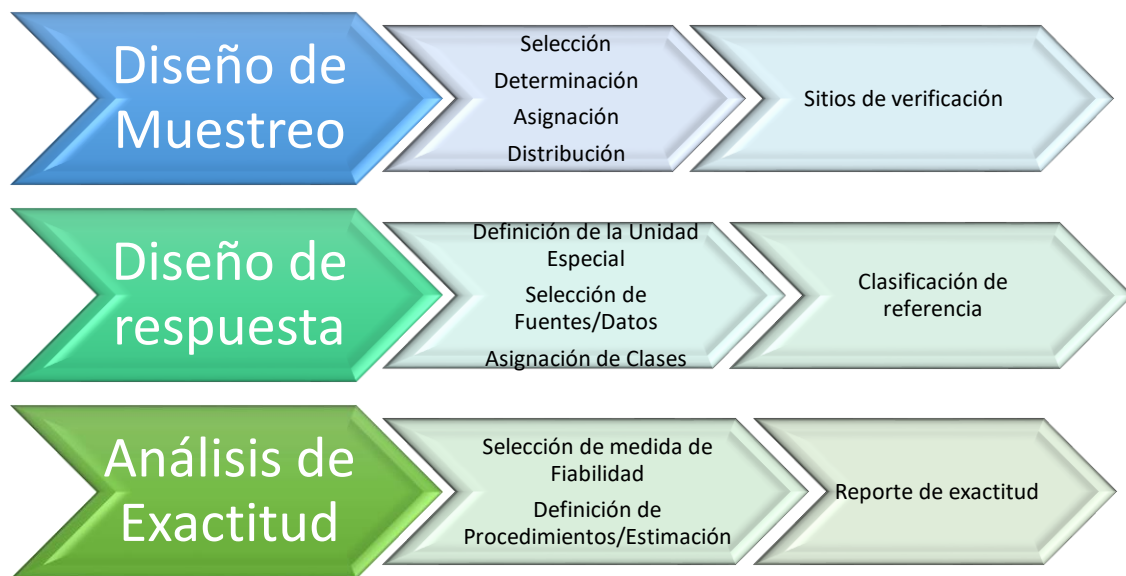
Para llevar a cabo esta validación, se utilizaron puntos de muestreo o también llamados puntos de validación, siendo necesario el diseño de muestreo como el diseño de respuesta. Los resultados obtenidos del diseño de respuesta, que incluyen información primaria y secundaria, permiten realizar los análisis necesarios para la validación del mapa de ecosistemas del departamento de Cusco.

La validación del mapa de ecosistemas del departamento de Cusco incluye los 22 ecosistemas determinados y una Zona Intervenida que corresponde a las áreas con

intervención antrópica. Estas zonas, para este proceso de validación, se denominan estratos, haciendo un total de 23 estratos a validar.

La metodología de validación se basó en “las recomendaciones de buenas prácticas que abordan los tres componentes principales: diseño de muestreo, diseño de respuesta y análisis donde recomienda: implementar un diseño de muestreo probabilístico que logre precisión y estimación, aplicar un protocolo de diseño de respuesta basado en datos de referencia que proporcione representación espacial y temporal, evaluación de la exactitud, estimar las clases, cuantificar la incertidumbre y evaluar la variabilidad (Olofsson et al., 2014), recogido de la Memoria Descriptiva del Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú (MINAM, 2019a), con el asesoramiento de la DGOTGIRN MINAM.

Figura N° 10 Procedimiento metodológico para la validación.



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

8.4.1 Diseño de muestreo

Para el diseño de muestreo se tomó en consideración el método de muestreo y el tamaño de muestreo, para posteriormente realizar la distribución aleatoria en todo el territorio del departamento del Cusco.

8.4.1.1 Método de muestreo

El muestreo para la validación del mapa de ecosistemas del departamento de Cusco, consistió en el muestreo aleatorio estratificado, considerando una distribución aleatoria que proporciona a todos los elementos del mapa la misma oportunidad de ser muestreados.

8.4.1.2 Cálculo del tamaño de muestra

La muestra fue calculada empleando la fórmula propuesta por Cochran, (1977), para poblaciones finitas.

$$n = \frac{Z^2 * N * P * Q}{e^2 * (N - 1) + (Z^2 * P * Q)}$$

Donde:

Z = nivel de confianza al 90% que es 1.65 correspondiente con la tabla de valores de Z.

Para los valores de “p y q “se consideran las proporciones con las que se trabajó en el mapa nacional de Áreas degradadas asignando el porcentaje de la superficie de degradación (70% y 30%) trabajando con un error del 5%.

p = Porcentaje de la población que tiene el atributo deseado (70%)

q = Porcentaje de la población que no tiene el atributo deseado (30%)

Nota: cuando no hay indicación de la población que posee o no el atributo, se asume 50% para p y 50% para q.

N = Tamaño del universo (Se conoce puesto que es finito) es la cantidad total de la superficie del departamento del Cusco en unidades de pixeles, en la que 1 unidad representa 30 x 30 metros, siendo el total para el departamento del Cusco 80,082,164 pixeles.

e = Error de estimación máximo aceptado (5%)

n = Tamaño de la muestra.

Reemplazando valores se tiene:

$$n = \frac{(1.65)^2 * 80082164 * 0.7 * 0.3}{(0.05)^2 * (80082164 - 1) + ((1.65)^2 * 0.7 * 0.3)}$$

n=228.69

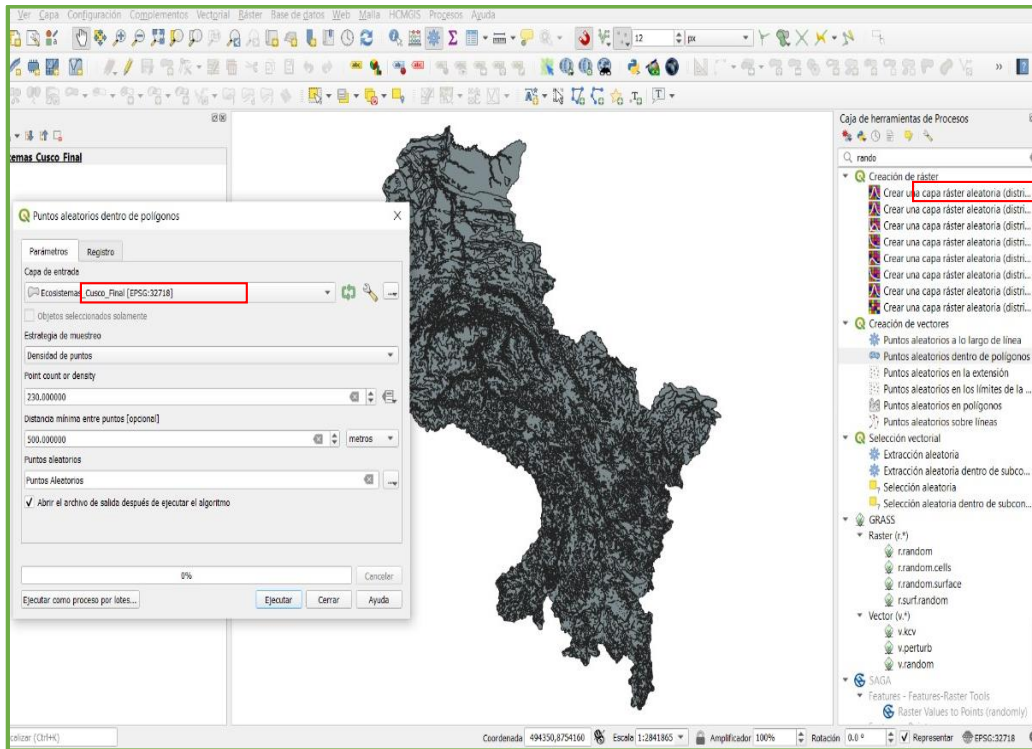
Como resultado del cálculo se obtuvo 228.69, redondeando a un número entero de 230 puntos de muestreo, los cuales fueron distribuidos en los 23 estratos (22 ecosistema y una zona intervenida) de forma proporcional al tamaño de sus superficies, considerando un mínimo de 8 puntos por estrato.

8.4.1.3 Distribución espacial de los puntos de muestreo

La distribución espacial de los puntos de muestreo se realizó de manera aleatoria para cada estrato, con una distancia mínima de separación entre puntos de 500 m y con un mínimo de 8 puntos por estrato.

Para este proceso se utilizó el algoritmo *random points inside polygons* del software QGIS 3.22 como se puede observar en la Figura 11.

Figura N° 11 Uso del algoritmo random points inside polygons del Software QGIS



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

El resultado de la distribución espacial de los puntos de validación en los 23 estratos entre ecosistemas y zonas intervenidas se puede observar en la Tabla 9 y en la Figura 12.

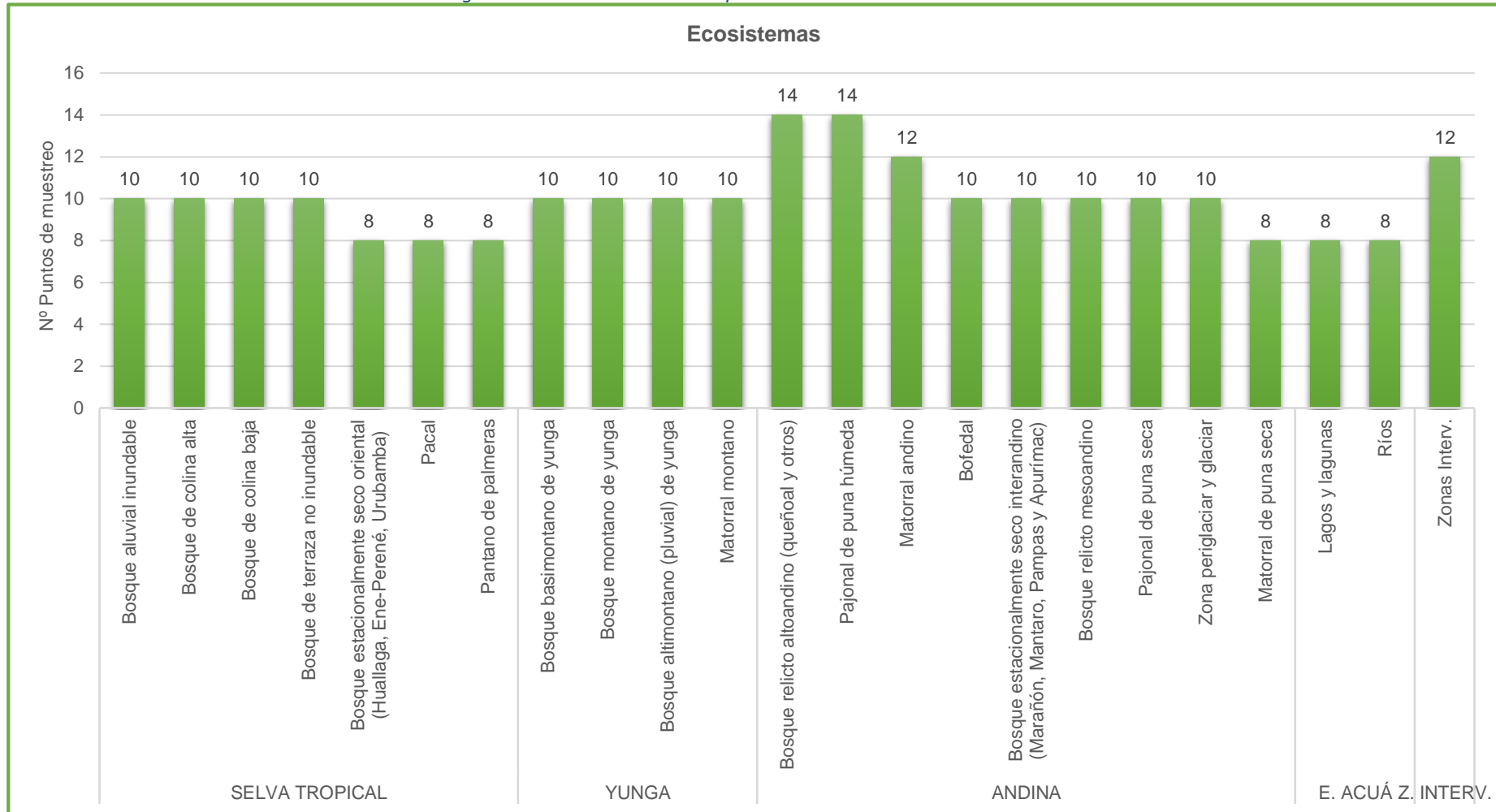
Tabla N° 9 Distribución de puntos de validación en los 23 estratos.

REGION NATURAL	ECOSISTEMAS	VALIDACIÓN (230)
Selva tropical	Bosque aluvial inundable	10
	Bosque de terraza no inundable	10
	Bosque de colina baja	10
	Bosque de colina alta	10
	Pacal	8
	Pantano Palmeras	8
	Bosque estacionalmente seco oriental (Urubamba)	8
Yunga	Bosque basimontano de yunga	10
	Bosque montano de yunga	10
	Bosque altimontano (pluvial) de yunga	10
	Matorral montano	10
Andina	Pajonal de puna seca	10

REGION NATURAL	ECOSISTEMAS	VALIDACIÓN (230)
	Pajonal de puna húmeda	14
	Bofedal	10
	Zona periglacial y glaciar	10
	Matorral andino	12
	Matorral de puna seca	8
	Bosque relicto altoandino (q'euñas y otros)	14
	Bosque relicto mesoandino	10
	Bosque estacionalmente seco interandino (Apurímac)	10
Ecosistema acuático	Lagos y lagunas	8
	Ríos	8
Zonas intervenidas		12

Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

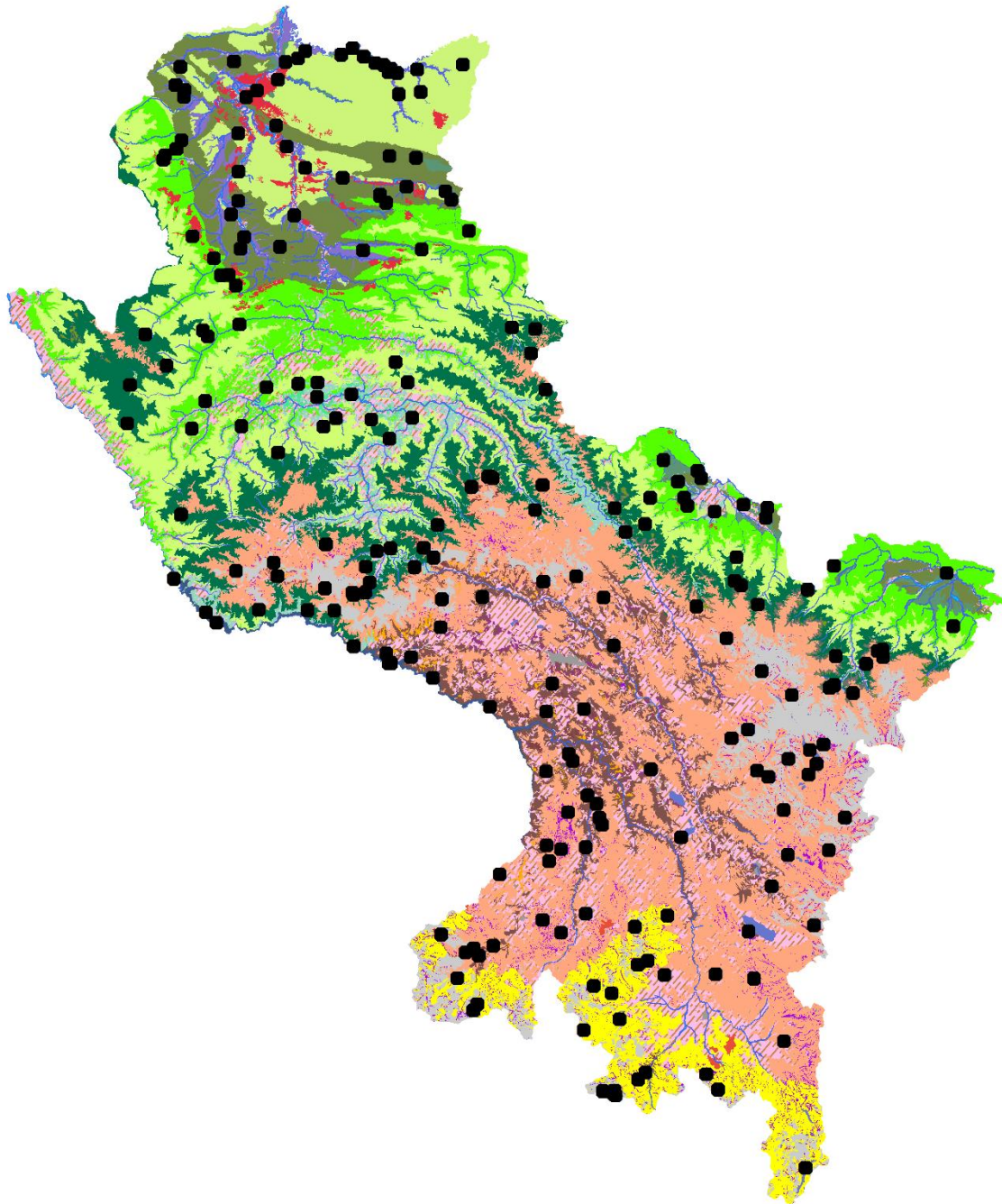
Figura N° 12 Distribución de los puntos de muestreo en los 23 estratos



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.



Figura N° 13 Distribución de los puntos de muestreo en el mapa de ecosistemas



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

8.4.2 Diseño de respuesta

Se consideraron dos fuentes de información: primaria (trabajo en campo) y secundaria (trabajo en gabinete).

8.4.2.1 Información primaria

Los datos fueron recogidos durante el trabajo de campo. Para ello, primeramente, se elaboró un cronograma de viajes. En la selección de las rutas de viaje se consideraron la accesibilidad, la confluencia de puntos de muestreo adyacentes, la diversidad de ecosistemas, la distancia y el tiempo de viaje, así como los factores de recurso humano,

económico y la disponibilidad de movilidad, priorizando ecosistemas frágiles que cuentan con limitada información

Se realizaron cinco viajes dentro del territorio, abarcando las tres regiones naturales (Sierra, Selva tropical y Yunga), distribuidos en las provincias de Espinar, Canas, Canchis, Quispicanchi, Anta, Calca y La Convención (Figura 14).

Figura N° 14 Rutas de viaje para la validación en campo



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

La validación de los puntos de muestreo que representan a un ecosistema se realizó mediante un análisis del entorno del punto a validar, en el que se consideran los siguientes factores:

- Región natural
- Fisonomía de las plantas dominantes
- Especies de flora y fauna representativa
- Altitud a nivel del mar

Los datos se recopilan en una ficha denominada “Ficha de registro de validación de ecosistemas” (Figura 15), que es un modelo adaptado de la ficha de validación proporcionada por los especialistas del MINAM. Esta información también se respalda con fotografías codificadas y coordenadas, las cuales se encuentran organizadas en carpetas para cada punto de muestreo.

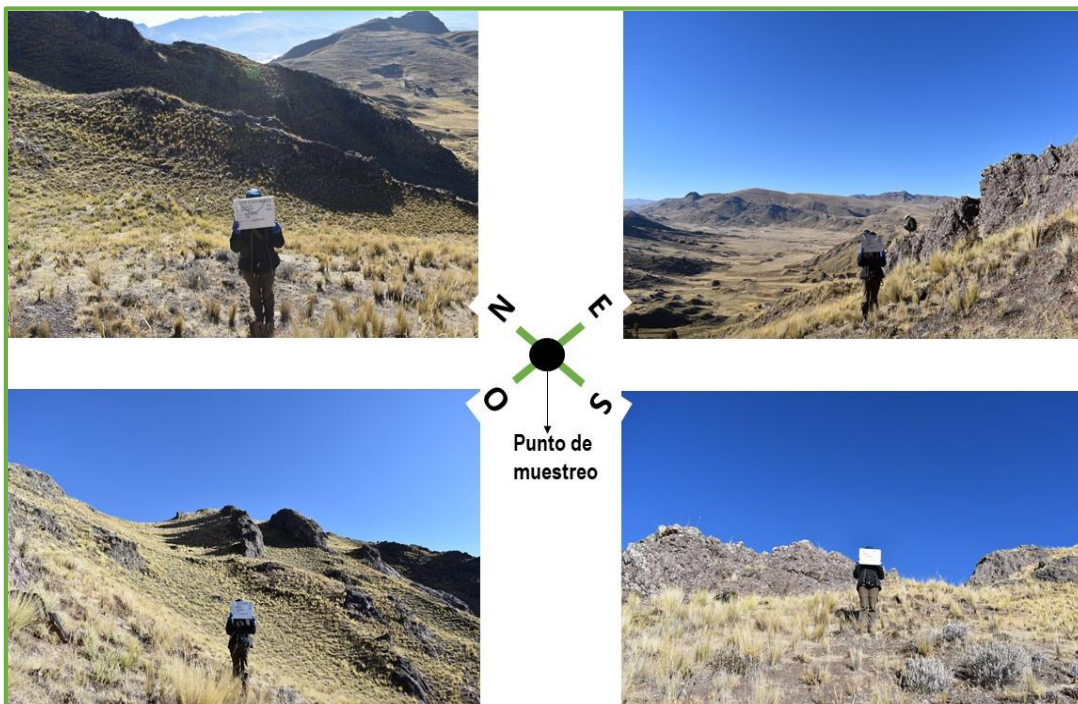
Para los registros fotográficos de cada punto de muestreo, se toman fotos panorámicas de los puntos cardinales (norte, este, sur y oeste) del punto de muestreo, así como fotografías de las especies representativas del ecosistema.

Figura N° 15 Ficha de registro de validación de ecosistemas

GOBIERNO REGIONAL CUSCO GERENCIA REGIONAL DE RECURSOS NATURALES Y GESTION DEL MEDIO AMBIENTE					
FICHA DE REGISTRO DE VALIDACIÓN DE ECOSISTEMAS					
N° de Ficha:	Fecha:	Codigo punto:	Responsable:		
Provincia:	Distrito:		Comunidad/sector/anexo:		
Poblado cercano:	Accesibilidad	Carretera:	Trocha:	Río:	
Estacionalidad (Epoca de la Toma):					
Coordenadas UTM WGS84	Norte:	Este:	Zona:	Altitud:	
Ecosistema Identificado:					
Region Natural:					
Formacion Vegetal:					
Especies indicadoras o representativas de la vegetación:					
***Observaciones y descripción del entorno:					
Coordenada de las Fotos	Norte:	Este:	Zona:	Altitud:	
Toma fotografica en el punto de verificación, a continuación indicar el numero o nombre del archivo en la orientacion correspondiente:					
Norte:			Este:		
Sur:			Oeste:		
**Direccion de toma, angulo en Grados:					
Numero de Fotos:					

Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

Figura N° 16 Registro fotográfico de los puntos cardinales del punto de muestreo



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

Como resultado, se evaluaron cuarenta y seis (46) puntos de muestreo distribuidos en 14 ecosistemas de los 22 determinados para el departamento de Cusco, siendo el

matorral de puna seca y el bosque estacionalmente seco interandino los ecosistemas con mayor punto de muestreo evaluado.

Tabla N° 10 Puntos de muestreo validados en campo.

REGION NATURAL	ECOSISTEMAS	PUNTOS DE VALIDACIÓN
Selva tropical	Bosque estacionalmente seco oriental (Urubamba)	5
Yunga	Bosque altimontano (pluvial) de yunga	2
	Matorral montano	1
Andina	Pajonal de puna seca	1
	Pajonal de puna húmeda	2
	Bofedal	2
	Zona periglaciaria y glaciaria	3
	Matorral andino	2
	Matorral de puna seca	8
	Bosque relicto altoandino (q'euñas y otros)	2
	Bosque relicto mesoandino	5
	Bosque estacionalmente seco interandino (Apurímac)	6
Ecosistema acuático	Lagos y lagunas	1
	Ríos	2
Zonas intervenidas		4
Total		46

Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

Del mismo modo, se evaluaron puntos auxiliares en las zonas de transición de ecosistemas para mejorar la delimitación cartográfica.

8.4.2.2 Información Secundaria

Para validar los puntos de muestreo que no se consiguió evaluar en las salidas de campo, se tomó en consideración la información disponible recopilada, como la cartografía de mapas temáticos y las imágenes satelitales los que fueron complementados con los factores diagnósticos de cada ecosistema detallados en el documento "Definiciones conceptuales del Mapa de Ecosistemas" (MINAM, 2019b)

Las imágenes satelitales utilizadas fueron de alta resolución espacial, de la plataforma Google Earth; para una mejor visualización e interpretación de la cobertura, logrando validar 184 puntos de muestreo distribuidos en los 23 estratos del mapa de ecosistemas del departamento de Cusco

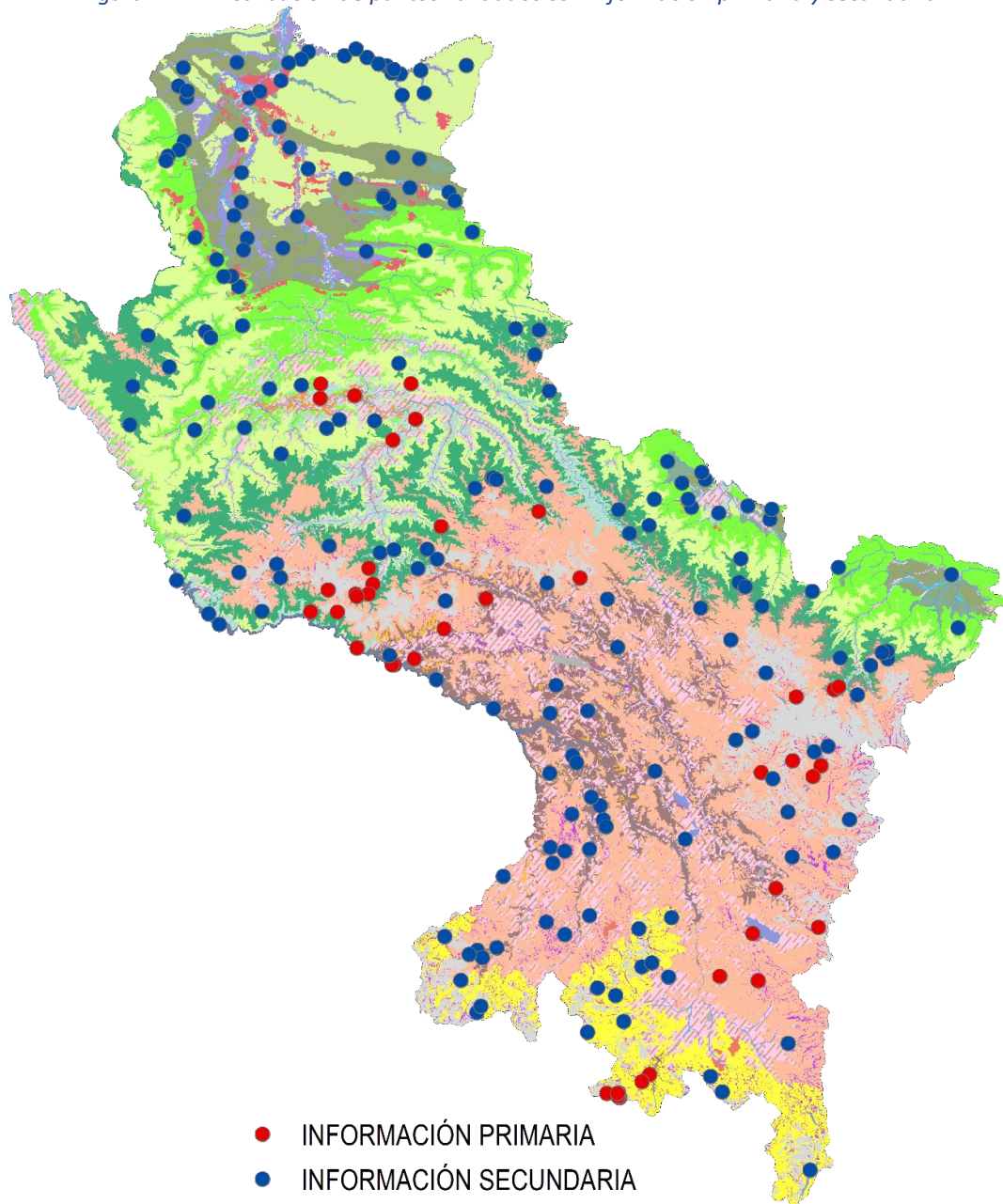
Tabla N° 11 Puntos validados por la información secundaria.

FUENTE	CANTIDAD DE PUNTOS VALIDADOS
Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú (MINAM, 2019 ^a)	2
Mapa Nacional de cobertura vegetal (MINAM, 2015)	90

Mapa de cobertura vegetal (GRCUSCO, 2016a)	22
Hipsografía o curvas de nivel (GRCUSCO, 2016c)	8
Límites provinciales, distritales, comunidades campesinas y comunidades nativas. Centros poblados Ríos, cerros y nevados Centros poblados	18
Definiciones conceptuales de los ecosistemas del Perú (MINAM, 2019b)	9
Imágenes satelitales de Google earth	35
Total	184

Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

Figura N° 17 Distribución de puntos validados con información primaria y secundaria



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

8.4.3 Análisis de exactitud

8.4.3.1 Precisión

El análisis comparativo simple de la información obtenida de los puntos validados (230) de la información primaria (campo) y secundaria (gabinete) con la información referencial del mapa, se encontraron 189 aciertos y 41 desaciertos (Tabla 12).

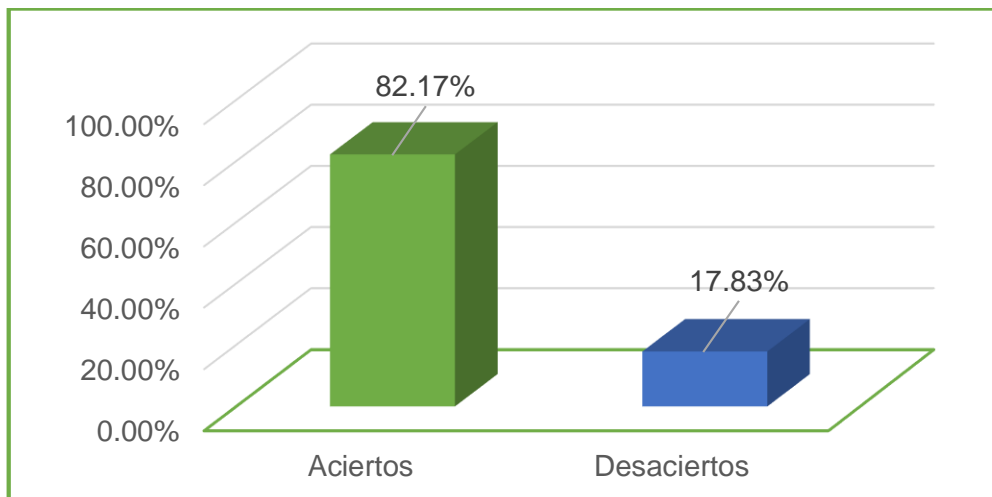
Tabla N° 12 Datos de validación de los puntos de muestreo.

ESTADÍSTICA	CONTEO
Aciertos	189
Desaciertos	41
Total, de puntos	230
Precisión	82.17%
Error	17.83%

Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

Lo cual nos indica una precisión del 82.17% y un error del 17.83% como se puede observar también en la gráfica en barras de la Figura 18.

Figura N° 18 Precisión y error.



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

8.4.3.2 Matriz de confusión (Matriz de error)

En esta etapa, el análisis de datos se desarrolla a través de una matriz de confusión, con el cual se determinó la confiabilidad del mapa y los errores, mediante el cálculo y el análisis de las medidas de exactitud y precisión.

La matriz de confusión se representa en una tabla de dos por dos o hasta N por N, donde las filas representan las clases de referencia y las columnas las clases del mapa clasificado (Sánchez, 2016). La diagonal de la matriz expresa el número de sitios de verificación o aciertos para los cuales hay concordancia entre el mapa y los datos de referencia (Ariza-López et al., 2018), mientras las marginales indican errores de marginación como se puede ver en la Tabla 13.

Tabla N° 13 Ejemplo de Matriz de confusión con medidas de precisión

CLASE	BOFEDAL	RÍOS	LAGOS	TOTAL	EXACTITUD USUARIO	ERROR DE COMISSION
BOFEDAL	A	D	G	(A+D+G) = M	a = A/M	1-a
RÍOS	B	E	H	(B+E+H) = N	b = E/N	1-b
LAGOS	C	F	I	(C+F+I) = O	c = I/O	1-c
TOTAL	(A+B+C) = J	(D+E+F) = K	(G+H+I) = L	S		
EXACTITUD DE PRODUCTOR	e = A/J	f = E/K	g = I/L			
ERROR DE OMISION	1-e	1-f	1-g			

Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

La tabla 13 muestra un ejemplo de la matriz de confusión de tres por tres tomando en cuenta tres estratos: bofedal, ríos y lagos

Donde:

A, E, I = Cantidad de puntos de muestreo confirmados para Bofedal, Ríos y Lagos.

B, C, D, y G = Cantidad de puntos de muestreo no confirmados en Bofedal.

B, D, F, y H = Cantidad de puntos de muestreo no confirmados en Ríos.

C, F, G, y H = Cantidad de puntos de muestreo no confirmados en Lagos.

S= Tamano de muestra.

La matriz de confusión del Mapa de Ecosistemas del Departamento de Cusco muestra una tabla de 23 por 23 como se muestra en la Tabla 23 donde se encuentra los resultados de la validación de los 230 puntos de muestreo distribuidos en los 23 estratos realizados en la etapa de diseño de respuesta

Tabla N° 14 Matriz de confusión del Mapa de Ecosistemas del Departamento de Cusco

MAPA	ECOSISTEMA	REFERENCIA																				Total	Exactitud	Error de comisión			
		Bo	B-ay	B-ai	B-by	B-ca	B-cb	B-tni	Bes-or	Bes-in	B-my	Br-a	Br-m	L	Ma	Mps	Mm	Pac	Pjph	Pjps	Ppal				R	Zp-ela	Zi
	Bo	10																							10	1.00	0.00
	B-ay		10																						10	1.00	0.00
	B-ai			8													1							1	10	0.80	0.20
	B-by				10																				10	1.00	0.00
	B-ca					10																			10	1.00	0.00
	B-cb						9	1																	10	0.90	0.10
	B-tni								7								3								10	0.70	0.30
	Bes-or				5					0	1													2	8	0.00	1.00
	Bes-in										10														10	1.00	0.00
	B-my				1						9														10	0.90	0.10



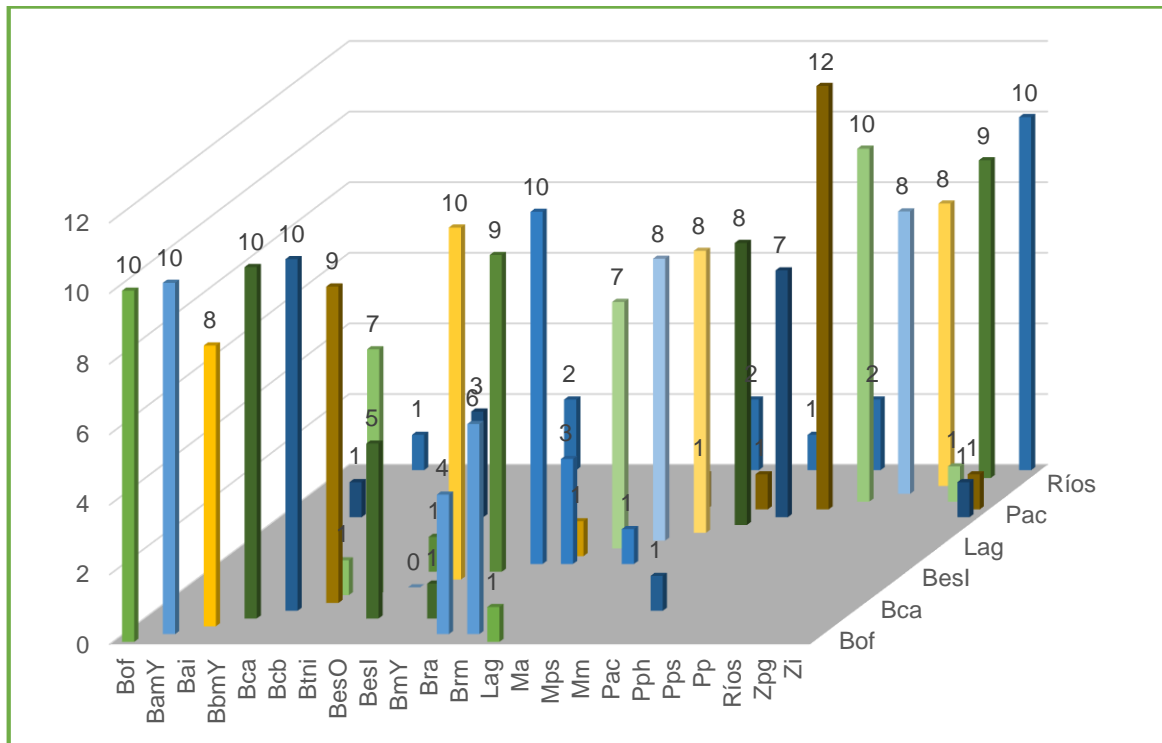
Br-a	4									10									14	0.7 1	0.2 9				
Br-m	6									3	1								10	0.1 0	0.9 0				
L	1											7							8	0.8 8	0.1 3				
Ma										1			8					1	2	12	0.6 7	0.3 3			
Mps														8					8	1.0 0	0.0 0				
Mm															8			1	1	10	0.8 0	0.2 0			
Pac				1																8	0.8 8	0.1 3			
Pjph																			12	2	14	0.8 6	0.1 4		
Pjps																				10	10	1.0 0	0.0 0		
Ppal																				8	8	1.0 0	0.0 0		
R																					8	1.0 0	0.0 0		
Zp-gla																				1		9	10	0.9 0	0.1 0



Según el análisis de la matriz de confusión de la Tabla 14 los puntos de muestreo que representaron a los 9 estratos (Bofedal, Bosque altimontano de yunga, Bosque de colina alta, Bosque estacionalmente seco internadino, Matorral de puna seca, Pajonal de puna seca, Pantano de palmeras y Rio), fueron correctamente acertados es decir que el punto que representa a un estrato del mapa es el mismo que se verifico en campo o por medio de información secundaria, a diferencia de los puntos de muestreo distribuidos en los 14 estratos restantes que no han sido acertados y que pertenecen a otras unidades de estratos, como:

- El estrato de bosque aluvial inundable (B-ai) presentaba 10 puntos, de los cuales se confirmaron 8; un punto pertenece a pacal y el otro a zona intervenida.
- El bosque de colina baja (B-cb) presentaba 10 puntos, de los cuales se confirmaron 9; uno pertenece al bosque de terraza no inundable.
- El bosque de terraza no inundable (B-tni) presentaba 10 puntos, de los cuales se confirmaron 7; tres pertenecen a pacal.
- El bosque estacionalmente seco oriental (Bes-or) presentaba 8 puntos, de los cuales no se confirmó ninguno; cinco pertenecen al bosque basimontano de yungas, uno al bosque montano de yungas y dos a zonas intervenidas.
- El bosque montano de yunga (B-my) presentaba 10 puntos, de los cuales se confirmaron 9; uno pertenece al bosque basimontano de yungas.
- El bosque relicto altoandino (Br-a) presentaba 14 puntos, de los cuales se confirmaron 10; cuatro puntos pertenecen al bosque altimontano de yungas.
- El bosque relicto mesoandino (Br-m) presentaba 10 puntos, de los cuales se confirmó uno; seis pertenecen al bosque altimontano de yungas y tres al bosque relicto altoandino.
- Laguna (L) presentaba 8 puntos de muestreo, se confirmaron 7; uno pertenece a bofedal.
- El matorral andino (Ma) presentaba 12 puntos, de los cuales se confirmaron 8; uno pertenece al bosque relicto altoandino, uno al pajonal de puna húmeda y dos a zonas intervenidas.
- El matorral montano (Mm) presentaba 10 puntos, de los cuales se confirmaron 8; uno pertenece al pajonal de puna húmeda y uno a zona intervenida.
- El pacal (Pac) presentaba 8 puntos, de los cuales se confirmaron 7; uno pertenece al bosque de colina alta.
- El pajonal de puna húmeda (Pjph) presentaba 14 puntos, de los cuales se validaron 12; dos pertenecen a zonas intervenidas.
- La zona periglacial y glaciar (Zp-gla) presentaba 10 puntos, de los cuales se confirmaron 9; uno pertenece al pajonal de puna seca.
- Las zonas intervenidas presentaban 12 puntos, de los cuales se validaron 10; uno pertenece a pacal y el otro al pajonal de puna húmeda.

Figura N° 19 Gráfica de la matriz de confusión.



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

8.4.3.3 Cálculo del coeficiente Kappa

El análisis de los datos recogidos en campo, la información secundaria (imágenes satelitales) se efectuaron en contraste con los datos del mapa mediante el cálculo de la matriz de confusión. Las métricas que se utilizaron son el precisión global y el coeficiente de Kappa (K) que es una medida de concordancia basada en la fórmula de Cohen (1960).

$$K = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e}$$

Donde:

P_o = Confiabilidad global o Precisión global

P_o = Sumatoria de los verdaderos positivos / tamaño de muestra = $189/230 = 0.82$

P_e = Proporción de acuerdos esperados

$P_e = (MJ+NK+OL+\dots) / n^2$

$$K = \frac{0.82 - 0.045}{1 - 0.045}$$

$K = 0.81$

Dando como resultado:

- Índice Global: 82.17
- Coeficiente de Kappa: 0.81

Para la interpretación de la fuerza de concordancia del coeficiente de Kappa se utiliza la siguiente tabla de valoración del coeficiente de Kappa (Landis & Koch, 1977).

Tabla N° 15 Valoración del coeficiente kappa.

COEFICIENTE KAPPA	FUERZA DE CONCORDANCIA
0.00	Pobre
0.01 - 0.20	Leve
0.21 - 0.40	Aceptable
0.41 - 0.60	Moderado
0.61 - 0.80	Considerable
0.81 - 1.00	Casi perfecto

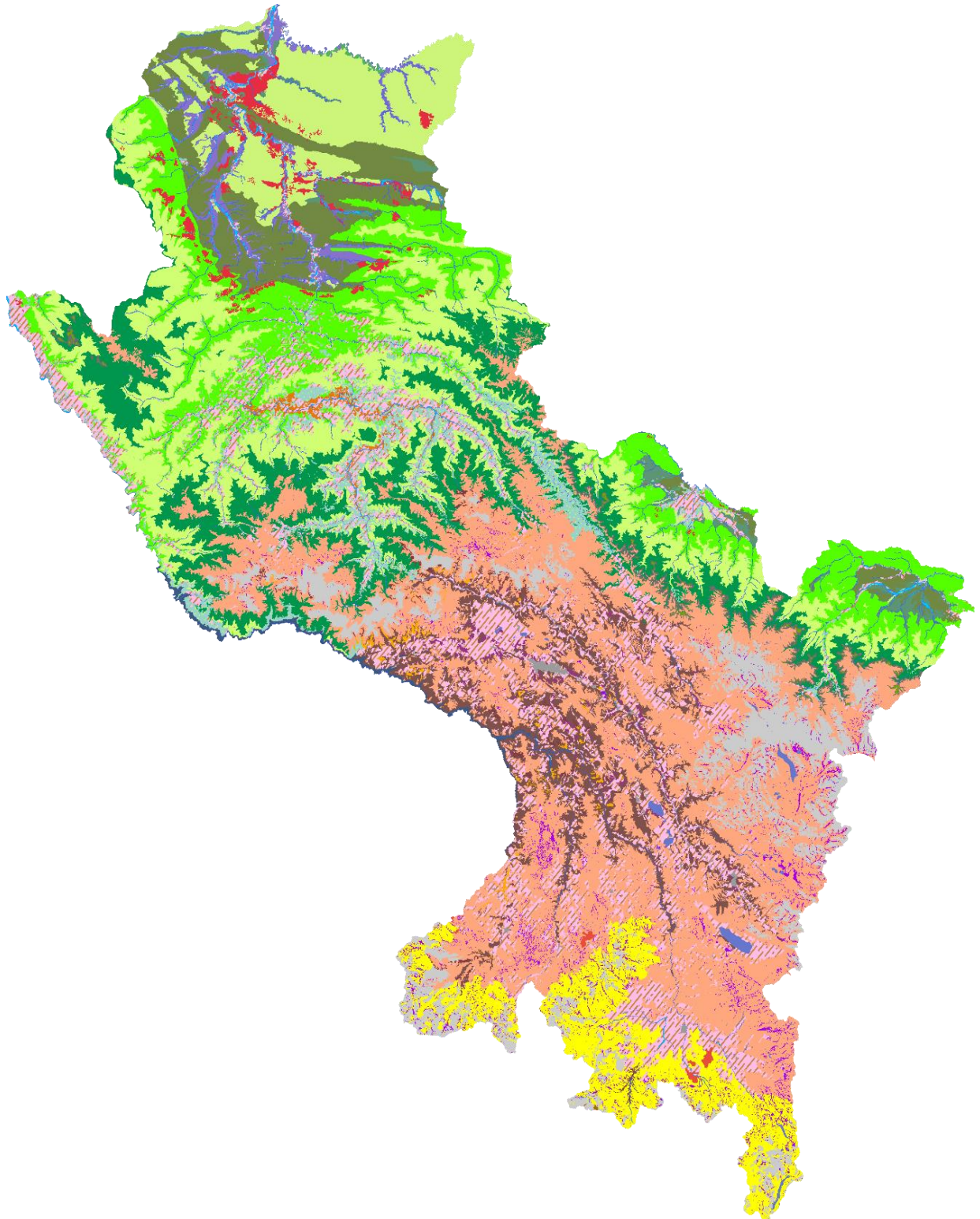
Fuente: The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data, Landis & Koch, 1977.

De acuerdo con el Coeficiente de Kappa, el resultado 0.81 presenta un alto grado de concordancia, otorgando confiabilidad a la cartografía del Mapa de Ecosistemas del departamento de Cusco. Cabe señalar que este resultado es una aproximación de la confiabilidad temática al haber utilizado el diseño muestral aleatorio simple y validado con diferentes fuentes de información primaria y secundaria.

9 LOS ECOSISTEMAS DEL DEPARTAMENTO DE CUSCO

Distribución espacial de los 22 ecosistemas identificados para el departamento Cusco.






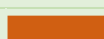


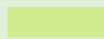
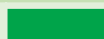

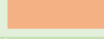
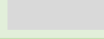








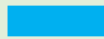

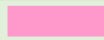
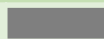

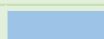
Figura N° 20 Mapa de Ecosistemas del departamento de Cusco



Fuente: Equipo técnico GRRNGA

Cuadro descriptivo de las unidades del mapa de ecosistemas del Departamento de Cusco, que muestra el área en hectáreas y porcentaje del territorio que ocupa, por unidad de ecosistema.

Tabla N° 16 Unidades del Mapa de Ecosistemas y su superficie (ha).

Región	Ecosistema	Simbología	Área		
			Ha	%	
Selva tropical	Bosque de colina baja	B-cb		383 374.74	5.32
	Bosque de colina alta	B-ca		363 043.68	5.03
	Bosque aluvial inundable	B-ai		95 561.62	1.32
	Pacal	Pac		77 227.66	1.07
	Bosque de terraza no inundable	B-tri		61 543.49	0.85
	Bosque estacionalmente seco oriental	Bes-or		20 120.26	0.28
	Pantano de palmeras	Ppal		4 130.2	0.06
Yunga	Bosque basimontano de yunga	B-by		651 938.79	9.04
	Bosque montano de yunga	B-my		853 174.93	11.83
	Bosque altimontano (pluvial) de yunga	B-ay		677 010.06	9.39
	Matorral montano	Mm		33 998.29	0.47
Andina	Pajonal de puna húmeda	Pjph		1 616 094.2	22.41
	Zona periglacial y glaciar	Zp-gla		409 665.77	5.68
	Pajonal de puna seca	Pjps		325 389.57	4.51
	Matorral andino	Ma		321 424.89	4.46
	Bofedal	Bo		92 995.41	1.29
	Bosque estacionalmente seco interandino	Bes-in		25 464.27	0.35
	Bosque relicto altoandino	Br-a		21 986.51	0.3
	Bosque relicto mesoandino	Br-m		17 267.48	0.24
	Matorral de puna seca	Mps		502.94	0.01
Ecosistema acuático	Lagos y lagunas	L		25 418.81	0.35
	Ríos	R		81 296.21	1.13
Zonas intervenidas	Plantación forestal	Pf		27 015.73	0.37
	Zona agrícola	Agri		77 8739.9	10.8
	Zona urbana	Urb		18 645.61	0.26
	Zona minera	Min		6 332.53	0.09
	Vegetación secundaria	Vsec		22 3521.83	3.09

Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

9.1 ECOSISTEMAS DE LOS BOSQUES HÚMEDOS AMAZÓNICOS

9.1.1 Bosque aluvial inundable

Ecosistema de paisaje aluvial en llanura amazónica presente en terrenos planos y sin relieve con pendiente muy suave (0% - 5%) sometidas a inundaciones periódicas durante la creciente de las aguas, constituida por tierras fácilmente erosionable, de suelos fértiles limosos con abundancia de humus (alta producción primaria); manifestándose la vegetación herbácea principalmente de especies pioneras que cubre enormes áreas bajas. La cobertura boscosa y densa está en las zonas más elevadas que tienen periodos de inundación cortas con una baja diversidad de especies a diferencia de los bosques no inundados (Parolin, 2002). El sotobosque presenta de 3 - 4 estratos con un dosel o cúpula de árboles que alcanzan entre 20 a 25 metros de alto e individuos emergentes de hasta 30 metros de altura (MINAM, 2019a), las especies arbóreas más representativas y esparcidas son: *Ceiba pentandra*, *Hura crepitans*, *Nectandra amazonum* y *Cecropia* spp. (Parolin, 2002). La vegetación arbórea presenta mayor estabilidad conforme se aleja del río, las nuevas zonas de sedimentación son rápidamente colonizadas por especies de árboles de crecimiento rápido (*Cecropia latiloba*) y de una secuencia sucesional altamente diversificados (Parolin, 2002), y entre las especies arbustivas se encuentra *Gynerium sagittatum* “caña brava”, *Tessaria integrifolia* “pajaro bobo” (ONERN, 1964, 1967).

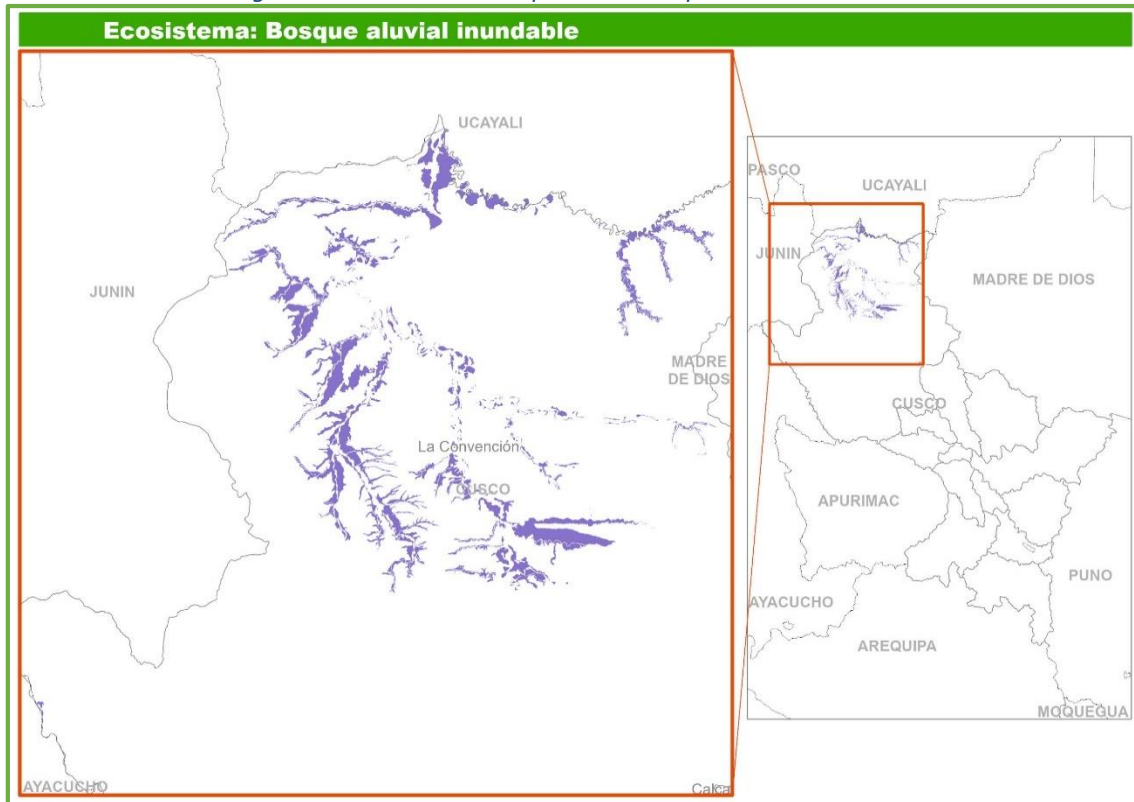
Especies botánicas registradas: *Ceiba pentandra*, *Hura crepitans*, *Nectandra amazonum*, *Cecropia* spp., *Calycophyllum spruceanum* “capirona”, *Cecropia latiloba* “cetico”, *Senna reticulata*, *Virola* sp., *Aniba* sp., *Cedrela* sp., *Clarisia* sp., *Triplaris* sp. *Inga* sp. “Shimbillo”, *Pourouma* sp, *Sapium* sp. *Ficus* sp. *Guarea* sp, “requia”, *Euterpe precatoria*, *Iriartea deltoidea* “Huacra pona”, *Oenocarpus bataua*, *Socratea exorrhiza* “cashapona”, *Astrocaryum* spp. “huicungo” y “chambira”, *Phytelephas macrocarpa* “yarina”, *Gynerium sagittatum* “caña brava”, *Tessaria integrifolia* “pájaro bobo”.

Especies de fauna registradas: *Scinax ruber* “rana”, *Paleosuchus trigonatus* “caimán enano”, *Caiman cocodrylus* “caimán de anteojos”, *Chelonoidis denticulata* “motelo” (VU), *Crypturellus bartletti*, *Ara macao* “guacamayo rojo”, *A. ararauna* “guacamayo azul y amarillo”, *Pipile cumanensis* “pava de garganta azul”, *Tapirus terrestres* “tapir amazónico” (VU).

Áreas protegidas: Este ecosistema se encuentra protegido en el ámbito de la Reserva Comunal Machiguena y el Santuario Nacional Megantoni.

Extensión y distribución: Abarca una superficie aproximada de 1.32% (95,561.62 ha) del territorio departamental. Se encuentra ubicada en el distrito de Megantoni, en la provincia de La Convención.

Figura N° 21 Distribución espacial del bosque aluvial inundable



Fuente: Equipo técnico GRRNGA

Figura N° 22 Fotografía de bosque aluvial inundable.



Fuente: Pelaez-Tapia Yulina

9.1.2 Bosque de terraza no inundable

Ecosistema amazónico de tierra firme (no inundable por la creciente de los ríos amazónicos) con una topografía generalmente plana o con leves ondulaciones de hasta 20 metros de altura a medida que se aleja del río. El bosque presenta tres estratos y es de aspecto semicerrado, con irregular intensidad de luz en el sotobosque que es escaso y ralo, el bosque tiene hasta 23 metros de alto en promedio, con árboles emergentes de hasta 30 - 35 metros de alto y mayor cantidad de individuos con DAP \geq 30 cm, las familias más representativas son: Lecytidaceae, Sapotaceae, Fabaceae, Lauraceae y Arecaceae con la especie *Iriartea deltoidea* (Honorio et al., 2008; Zárate et al., 2013). El terreno es llano o de muy escaso relieve caracterizado por estar conformado por terrenos fácilmente erosionables por su constitución edafológica de limos, gravas y arcillas (BIODAMAZ, 2004).

Los bosques de terraza en el río bajo Urubamba están por encima de los 60 metros del nivel del río, son bosques altos con diámetro mediano, la diversidad de especies es baja con mayor abundancia de árboles mayor de 10 cm de DAP. Las familias Fabaceae y Euphorbiaceae son la más ricas en especie. La especie *Senefeldera inclinata* e *Iriartea deltoidea* son las más dominantes, así como las especies consideradas pioneras como *Pourouma minor* y *Jacaranda copaia* (Comiskey et al., 2001).

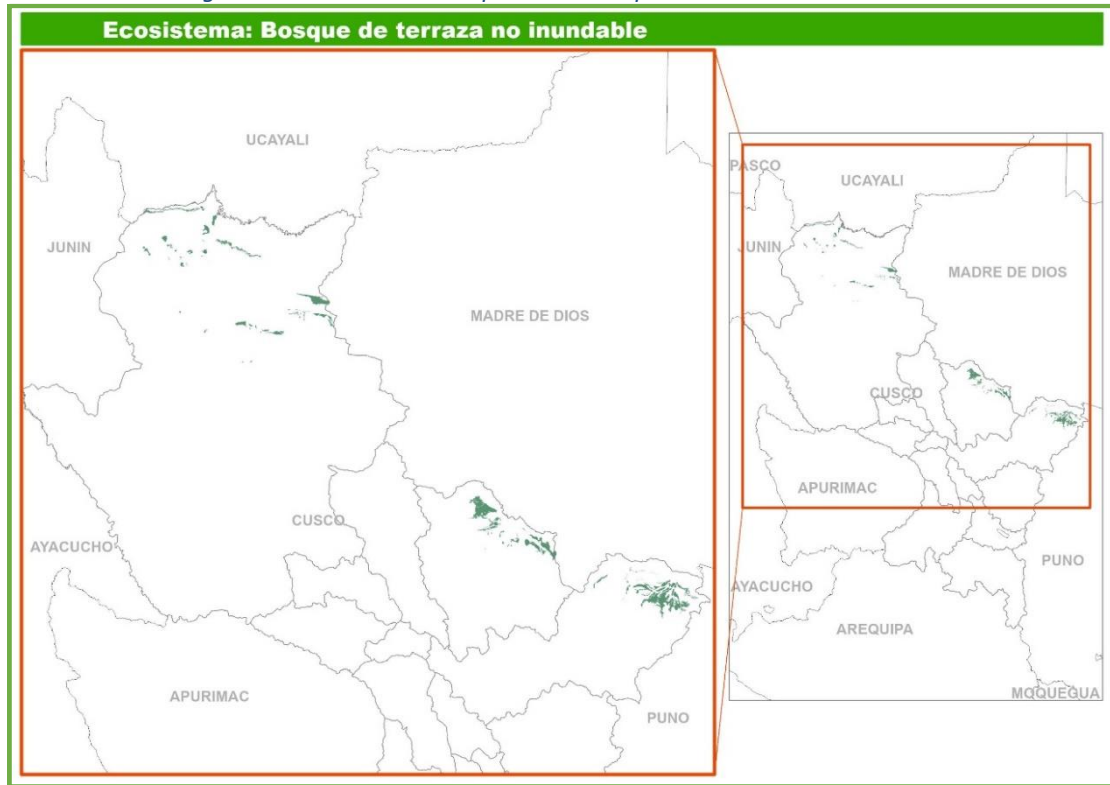
Especies botánicas registradas: *Pseudosenefeldera inclinata*, *Jacaranda copaia*, *Iriartea deltoidea* “huacra pona”, *Cedrelinga cateniformis*, *Pourouma minor*, *Protium tenuifolium*, *Mabea piriri*, *Hevea brasiliensis* “árbol de caucho-jebe”, *Inga alba*, *Pseudolmedia laevigata*, *Casearia bicolor*, *Virola mollissima*, *Socratea salazarii*, *Tocoyena* sp, *Protium tenuifolium*, *Pseudolmedia* sp. “chimicua”.

Especies de fauna registradas: *Tayassu pecari* “huangana” (VU), *Tapirus terrestres* “tapir amazónico” (VU), *Alouatta seniculus* “mono aullador rojo” (VU), *Podocnemis unifilis* “taricaya”, *Leopardus wiedii* “margay” (NT), *Panthera onca* “jaguar, otorongo” (NT), *Ara macao* “guacamayo rojo”, *A. ararauna* “guacamayo azul y amarillo”, *Mazama americana* “venado colorado” (DD).

Áreas protegidas: este ecosistema se encuentra protegido en el ámbito de la Reserva Comunal Machiguanga, Reserva comunal Amarakaeri y Parque Nacional del Manu.

Extensión y Distribución: Abarca una superficie aproximada de 0.85% (61,543.49 ha) del territorio departamental, Se encuentra ubicada en los distritos de Megantoni, en la provincia de La Convención; Kosñipata, en la provincia de Paucartambo; y Camanti, en la provincia de Quispicanchi.

Figura N° 23 Distribución especial del bosque de terraza no inundable.



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

Figura N° 24 Fotografía de bosque aluvial de terraza no inundable.



Fuente: Pelaez-Tapia Yulina

9.1.3 Bosque de colina baja

Ecosistema amazónico con comunidades boscosas de “tierra firme”, no están sujetas a inundaciones, la vegetación boscosa puede presentar 3 o 4 estratos, presentando lianas y epifitos, las palmeras son abundantes siendo *Iriartea deltoidea* la especie característica de estos bosques. Las comunidades o formaciones vegetales se diferencian en relación con el origen del suelo y el relieve en el conjunto de los bosques de terrazas onduladas, lomadas y colinas (BIODAMAZ, 2004), las colinas están constituidas por un material no muy resistente a la erosión (ONERN, 1964)

Los bosques de colina baja en el sector del Bajo Urubamba presentan una vegetación boscosa alta con árboles de 30 metros a más, con una diversidad alfa y riqueza de especies alta, la abundancia de árboles se presenta en especies con ≥ 10 cm de DAP, las familias representativas con mayor cantidad de especies son Fabaceae, y Moraceae, y la especie más dominantes en el dosel es *Iriartea deltoidea* y *Matisia cordata*, siendo las familias más representativas Fabaceae, Bombacaceae, Moraceae, Rubiaceae y Meliaceae, en estos bosques se encuentra la especie *Guadua Sarcocarpa* conocido como “pacas” o “bambu” las cuales disturban el crecimiento de árboles menores a 10 cm de DAP. Estos bosques presentan especies de valor comercial (Comiskey et al., 2001). El terreno presenta zonas de lomadas o colinas con una forma ondulada de suave relieve o con relieve escarpado o zona de cerros bajos los que están a manera de cadenas de cerros (ONERN, 1967).

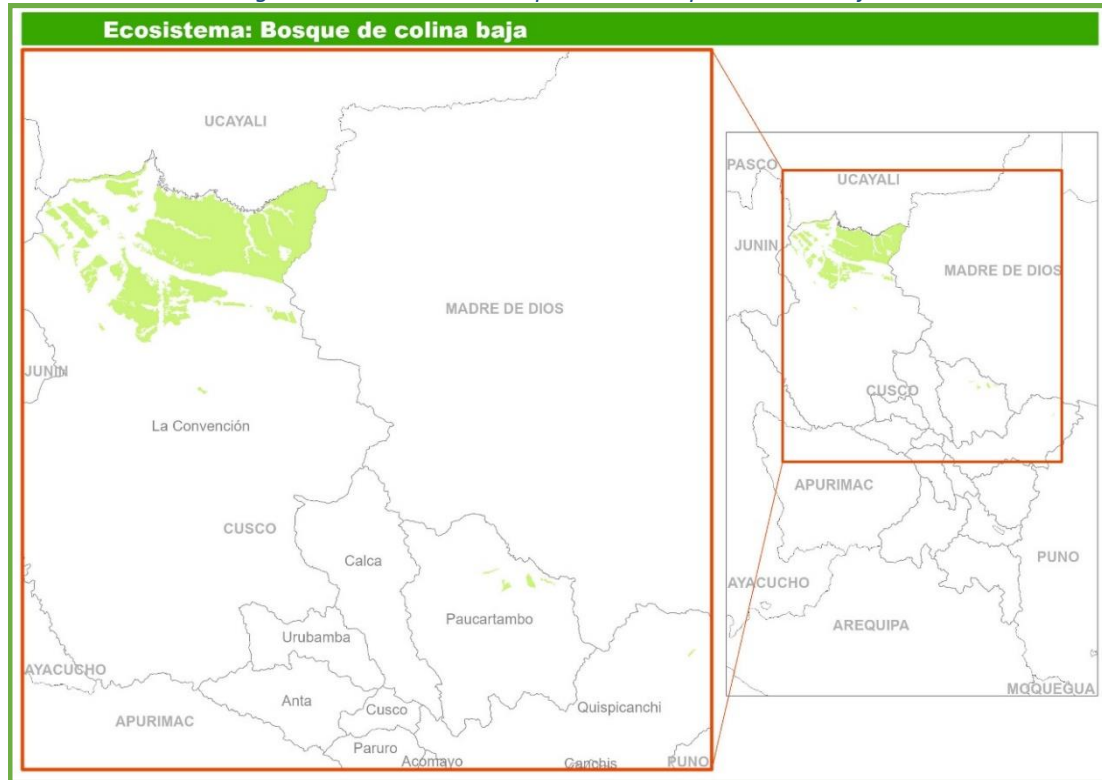
Especies botánicas registradas: *Iriartea deltoidea* “huacra pona”, *Pentagonia amazonica*, *Sapium marmieri*, *Quararibea cordata*, *Poulsenia armata*, *Chimarrhis sp*, *Otoba parvifolia*, *Calatola costaricensis*, *Rinorea guianensis*, *Copaifera reticulata*, *Guarea macrophylla*, *Spondias mombin*, *Ceiba pentandra*, *Bauhinia tarapotensi*, *Guarea macrophylla*.

Especies de fauna registradas: *Harpia harpyja* “águila harpía” (VU), *Alouatta seniculus* “mono aullador rojo” (VU), *Ateles chamek* “monoaraña negro” (EN), *Cacajao calvus* “huapo colorado” (VU).

Áreas protegidas: este ecosistema se encuentra protegido en el ámbito de la Reserva Comunal Machiguenga y el Parque Nacional del Manu.

Extensión y distribución: Abarca una superficie aproximada de 5.32% (383,374.74 ha) del territorio departamental. Se encuentra ubicada en los distritos de Megantoni, en la provincia de La Convención; Kosñipata, en la provincia de Paucartambo; Camanti, en la provincia de Quispicanchi.

Figura N° 25 Distribución espacial del bosque de colina baja



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

Figura N° 26 Fotografía de bosque de colina baja



Fuente: Mapa Nacional de Ecosistemas-Memoria Descriptiva MINAM, 2019

9.1.4 Bosque de colina alta

Ecosistema amazónico, localizados en terrenos colinosos de alturas entre 80 a 300 metros en forma de cadenas de cerros fuertemente escarpados de gran relieve con pendientes generalmente superior a 50%, la vegetación es densa, el bosque es de dosel alto (30 a 35 metros de altura) y con una alta diversidad florística presenta árboles dominantes los que se encuentran dispersos, existen pequeñas áreas cubiertas por *Guadua sarcocarpa* conocido como Paca o bambú. La colina alta ha sido originada por erosión de la antigua acumulación aluvial (anteriores niveles de terraza).

Los bosques de colina alta en Camisea presentan una vegetación densa y alta con apreciable valor forestal Constituida por calizas y areniscas (ONER, 1967)

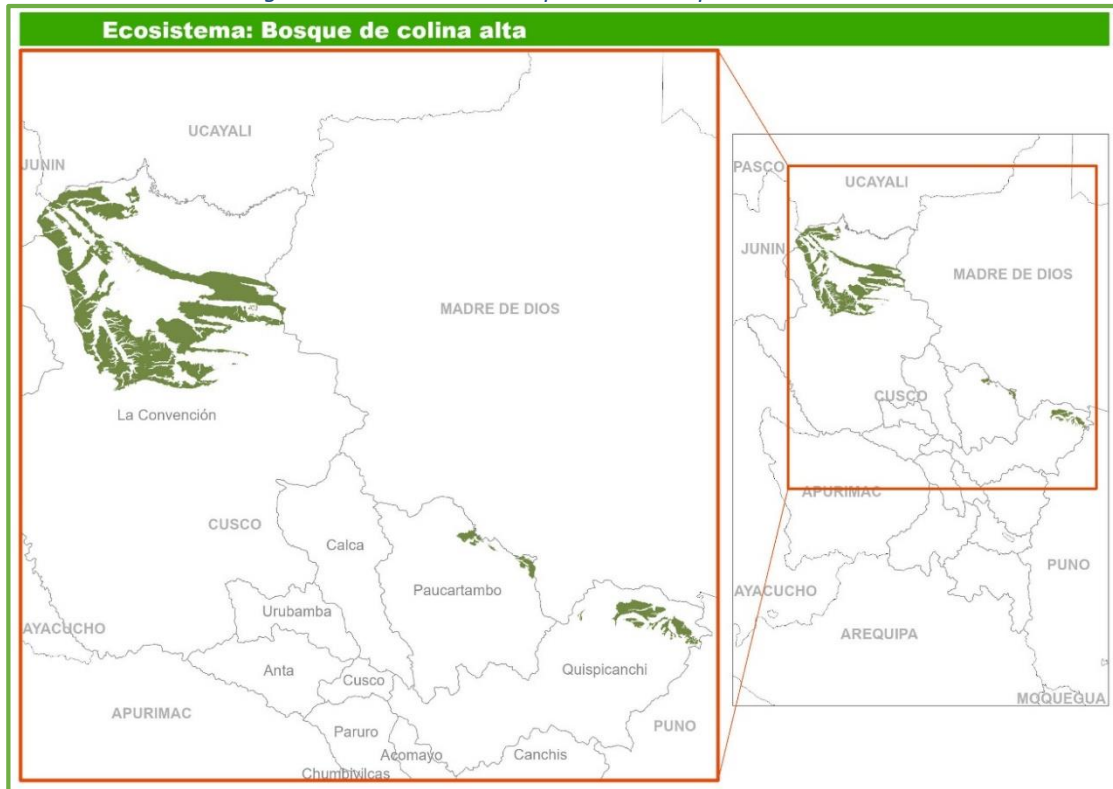
Especies botánicas registradas: *Cedrelinga cateniformis*, *Calycophyllum spruceanum*, *Clarisia racemosa* “mashonaste, amarillo”, *Dipteryx micrantha*, *Astrocaryum murumuru*, *Oenocarpus bataua* “sinamillo”, *Socratea exorrhiza*, *S. salazarii*, *Euterpe precatória*, *Iriartea deltoidea* “huacra pona”, *Hevea brasiliensis* “árbol de caucho-jebe”, *Couratari guianensis* (VU), *Jacaranda copaia*, *Apuleia leiocarpa*, *Spondias mombin*, *Caryocar villosum*, *Capirona decorticans*, *Heisteria ovata*, *Pseudolmedia macrophylla*, *Pseudolmedia laevis*, *Parkia pendula*, *Copaifera reticulata*, *Castilla ulei*, *Swietenia macrophylla* (VU), *Cedrela odorata* “cedro, cedro de altura” (VU), *Aspidosperma rigidum*.

Especies de fauna registradas: *Oreobates amarakaeri* (E, EN), *Microcerculus bamba* “cucarachero de ala bandeada”, *Pecari tajacu* “huangana” (VU).

Áreas protegidas: este ecosistema se encuentra protegido en el ámbito de la Reserva Comunal Machiguenga, Reserva Comunal Ashaninka, Santuario Nacional de Megantoni y Parque Nacional del Manu.

Extensión y distribución: Abarca una superficie aproximada de 5.03% (363,043.68 ha) del territorio departamental. Se encuentra ubicada en los distritos de Echarate y Megantoni en la provincia de La Convención; Kosñipata, en la provincia de Paucartambo; y Camanti, en la provincia de Quispicanchi.

Figura N° 27 Distribución espacial del bosque de colina alta



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

Figura N° 28 Fotografía de bosque de colina alta



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

9.1.5 Pacal

Ecosistema amazónico que ocupa áreas extensas en planicies aluviales, colinas y terrazas con una cobertura predominante del 70% hasta 100% del género *Guadua* o *Bambusa* conocida localmente como “paca” (Olivier & Poncy, 2009) de allí la denominación de pacal, la vegetación está conformada por comunidades puras de gramínea, dominado por el género *Guadua*, siendo estas cañas o bambúes nativos de gran tamaño (20 metros de altura), las especies *Guadua weberbaueri*, *G. sarcocarpa* y *G. angustifolia* (Poaceae) cubren las mayores extensiones en la cuenca del río Urubamba, siendo las dos primeras las más dominantes (Mendoza et al., 2014), así mismo estas tres especies producen flores cada 30 o 35 años, su fisonomía muestra la asociación con especies de árboles que se intercalan de manera dispersa presentando troncos delgados y relativamente bajos, sobresaliendo algunos (25 - 30 m) (MINAM, 2019a), se reportaron 75 individuos con DAP ≥ 10 cm por hectárea, donde *Ceiba pentandra* es una de las especies abundantes y los géneros *Virola*, *Inga*, *Guarea*, *Pouteria* y *Neea*, los más diversos (Mendoza et al., 2014) y el sotobosque es muy ralo, la disposición de las cañas erguidas, inclinadas, arqueadas con espinas gruesas y retroflexas forman una estructura impenetrable (BIODAMAZ, 2004), Se desarrollan mejor en climas cálidos a templados, 80 a 90% de humedad relativa, en suelo franco arenoso y suelo franco arcilloso y con buen drenaje (MINAGRI, 2008)

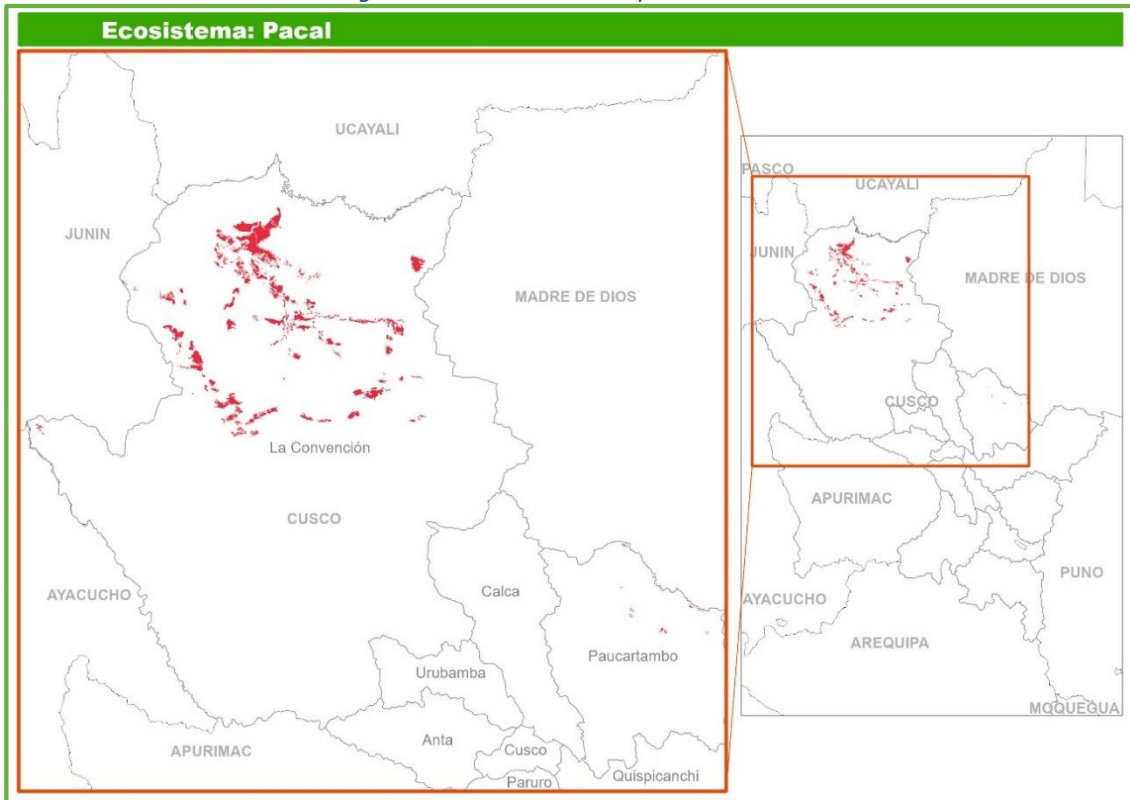
Especies botánicas registradas: *Guadua sarcocarpa*, *G. weberbaueri*, *G. angustifolia*, *G. chacoensis*, *G. paniculata*, *Aulonemia queko*, así mismo especies de los géneros *Phyllostachys*, *Chusquea*, *Rhipidocladum*, *Elytostachys*, *Arthrostylidium*, y especies arbóreas como *Ceiba pentandra*, *Virola* spp., *Guarea* spp., *Pouteria* spp. y *Neea* spp.

Especies de fauna registradas: *Cercomacra manu* “hormiguero del manu”, *Epinecrophylla ornata* “hormiguerito ornado”, *Myrmoborus lophotes* “hormiguero de líneas blancas”, *Cymbilaimus sanctaemariae* “batará de bambú”, *Syndactyla ucayalae* “pico-recurvo peruano” (NT), *Cacicus koepckeae* “cacique de Koepcke” (E), *Dactylomys peruanus* “rata de bambú” (DD), *Dactylomys boliviensis* “rata de bambú”.

Áreas protegidas: este ecosistema se encuentra protegido en el ámbito de la Reserva Comunal Machiguenga, Santuario Nacional de Megantoni, Parque Nacional de Otishi y Parque Nacional del Manu.

Extensión y distribución: Abarca una superficie aproximada de 1.07% (77,227.66 ha) del territorio departamental. Se encuentra ubicada en los distritos de Echarate, Megantoni y Pichari en la provincia de La Convención; y Kosñipata, en la provincia de Paucartambo.

Figura N° 29 Distribución espacial de Pacal



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

Figura N° 30 Fotografía de Pacal.



Fuente: Pelaez-Tapia Yulina

9.1.6 Bosque estacionalmente seco oriental (Urubamba)

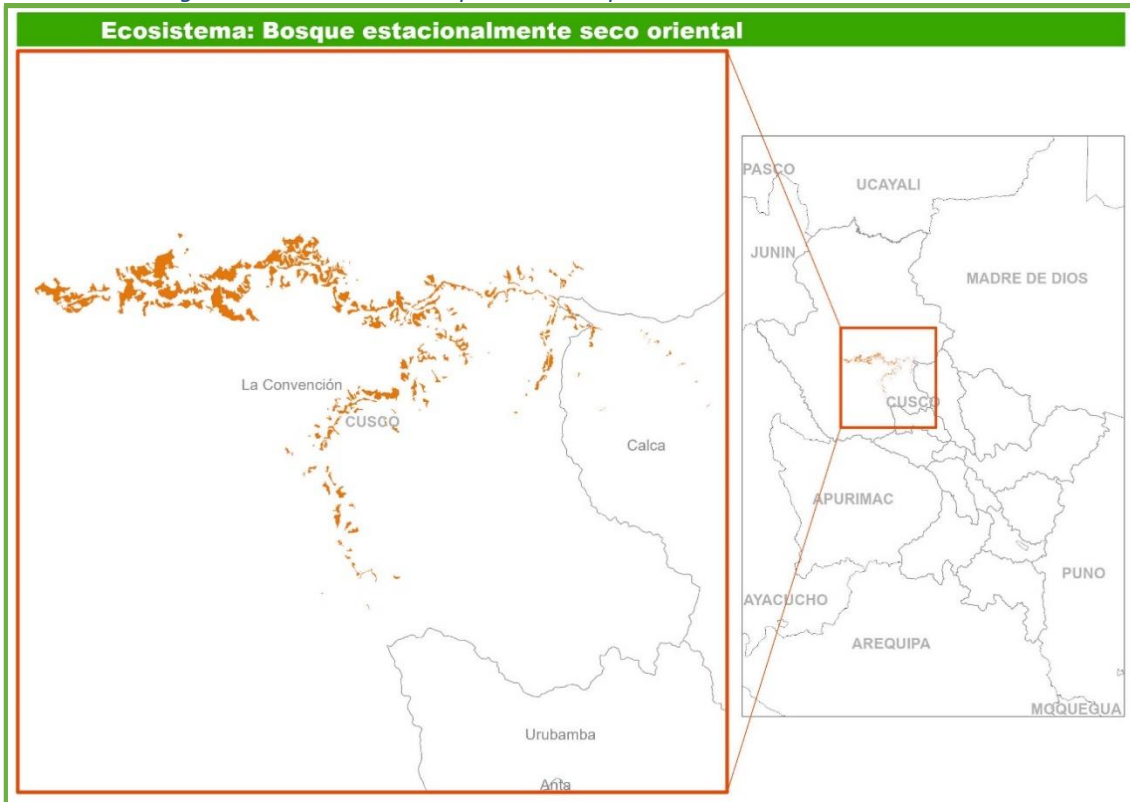
Ecosistema amazónico premontano distribuido en forma de fragmentos dispersos en el paisaje, localizados en relieves de leve a fuerte pendiente, entre los 600 y 1 500 m s. n. m., con predominancia de bosque seco tropical caducifolio, transicional a bosque húmedo tropical y subtropical, con una vegetación subxerofítica a xerofítica y espinoso con especies caducifolias, de cortezas suberosas y a veces exfoliantes prevaleciendo las plantas suculentas como las cactáceas. Las formaciones se encuentran localizadas a lo largo de la cuenca media del Urubamba y Yanatile, registrando 552 especies distribuidos en 303 géneros y 82 familias, las familias más diversas son: Fabaceae, Bignoniaceae, Moraceae, Apocynaceae y Euphorbiaceae, y las especies más abundantes son: *Allophylus punctatus*, *Pogonopus tubulosus* y *Anadenanthera colubrina* (Huamantupa-Chuquimaco et al., 2017), siendo *Amburana cearensis* y *Anadenanthera colubrina* las especies más representativas de estos bosques secos, también resalta la presencia de la especie suculenta y espinosa *Cereus Vargasii* que llegan a medir hasta 6 metros. La cubierta cespitosa estacional está representada por gramíneas (*Andropogon bicornis* y *Melinis minutiflora*) y las epifitas son muy escasas teniendo a *Rhipsalis* sp., presenta suelos rocosos, superficiales y fértil (BIODAMAZ, 2004)

Especies botánicas registradas: *Astronium fraxinifolium*, *Ampelocera ruizii*, *Brosimum alicastrum*, *B. guianense*, *Maclura tinctoria* “Amarillo”, *Pseudolmedia laevigata*, *Ficus citrifolia*, *Ceiba boliviana* “monte algodón”, *Ochroma pyramidale* “topa”, *Luehea paniculata*, *Pogonopus tubulosus*, *Warszewiczia Coccinea*, *Amburana cearensis* “Sandy” (EN), *Prosopis* sp. “algorrobo”, *Apuleia leiocarpa* “ana kaspi”, *Anadenanthera colubrina* “huilca”, *Myroxylon balsamum* “Bálsamo, palo peruano”, *Allophylus punctatus*, *Annona neoulei*, *Psidium sartorianum* “unca”, *Myriocarpa filiformis*, *Cariniana estrellensis* “palo cachimbo”, *Cereus Vargasianus* (VU), *Erythroxylum raimondii*, *Terminalia amazonia*, *Carica glandulosa*, *Stigmaphyllon cuzcanum*, *Cnidioscolus urens*, *Carica glandulosa*, *Tabebuia ochracea* “tahuari”, *Tabebuia roseoalba* “Yurac huaranhuay”, *Cedrela fissilis* “cedro” (VU), *Byrsonima spicata*.

Especies de fauna registradas: *Microlopus stolszmanni* “lagartija”, *Rhinella poeppigii* “sapo”, *Leptotila verreauxi* “paloma de puntas blancas”, *Hemitriccus margaritaceiventer* “tirano-todi de vientre perlado”, *Tapera naevia* “cuclillo listado”, *Eupetomena macroura* “colibrí de cola ahorquillada”, *Lophornis delattrei* “coqueta de cresta rufa”, *Heliomaster longirostris* “colibrí de pico largo”, *Colaptes rubiginosus* “carpintero olivo y dorado”, *Dryocopus lineatus* “carpintero lineado”, *Parabuteo unicinctus* “gavilán mixto”, *Coryphospingus cucullatus* “pinzón de cresta roja”, *Didelphis marsupialis* “zarigüeya común”, *Artibeus fraterculus* “murciélago frugívoro”, *Glossophaga soricina* “murciélago siricotero”.

Extensión y distribución: Abarca una superficie aproximada de 0.28% (20,120.26 ha) del territorio departamental. Se encuentra ubicada en los distritos de Quellouno, Ocobamba, Maranura, Echarate y Huayopata en la provincia de La Convención; Yanatile, en la provincia de Calca.

Figura N° 31 Distribución espacial de Bosque estacionalmente seco oriental.



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

Figura N° 32 Fotografía de Bosque estacionalmente seco oriental.



Fuente: Pelaez-Tapia Yulina

9.1.7 Pantano de palmeras

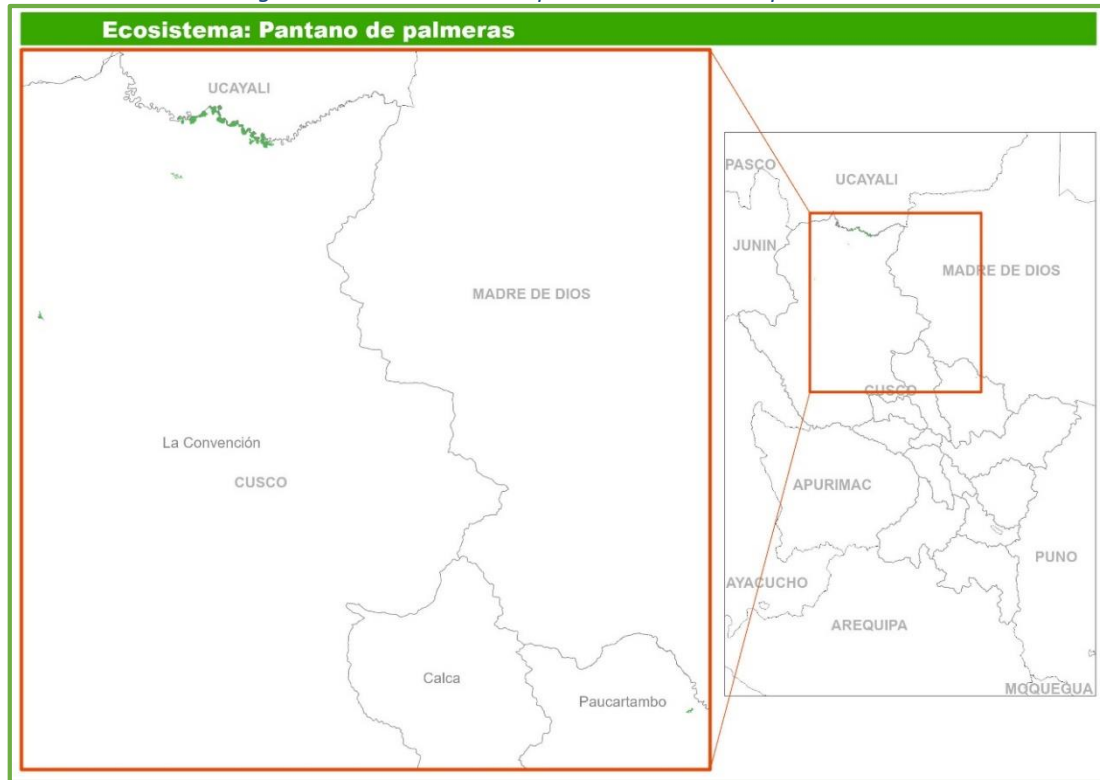
Ecosistema forestal, ubicada mayormente en la llanura amazónica hasta aproximadamente 750 m s. n. m., de topografía plana sometidos a inundaciones temporales y permanentes las áreas son de suelos pobremente drenados, ácidos con acumulación de materia orgánica ligeramente descompuestas aportando en la captura y fijación de carbono. La vegetación particularmente está dominada por densas poblaciones monoespecíficas de palmera *Mauritia flexuosa* localmente denominada “aguaje” que es una palmera dioica con adaptaciones fisiológicas (neumatoforos), se encuentran localizados en terrenos permanentes inundados, conocidos como “aguajales” o también está asociada a otras palmeras (*Euterpe precatoria*, entre otras) y árboles, con individuos emergentes que pueden alcanzar los 30 metros. Este tipo de ecosistema es considerado también un humedal amazónico según el D.S N° 004-2015-MINAM.

Especies botánicas registradas: *Mauritia flexuosa* “aguaje”, *Euterpe precatoria* “chonta, palmito”, *Oenocarpus bataua* “sinamillo”, *Bactris* spp.

Especies de fauna registradas: *Scinax ruber*, *Paleosuchus trigonatus* “caimán enano”, *Caiman cocodrylus* “caimán de anteojos”, *Chelonoidis denticulata* “motelo” (VU), *Crypturellus bartletti*, *Crotophaga major* “garrapatero mayor”, *Donacobius atricapilla* “cucarachero de laguna”, *Opisthocomus hoatzin* “shansho”, *Ara macao* “guacamayo rojo”, *A. ararauna* “guacamayo azul y amarillo”, *Pipile cumanensis* “pava de garganta azul”, *Tapirus terrestris* “tapir amazónico” (VU), *Tayassu pecari* “huangana” (VU).

Extensión y distribución: Abarca una superficie aproximada de 0.06% (4,130.20 ha) del territorio departamental, Se encuentra ubicada en los distritos de Megantoni en la provincia de La Convención y Kosñipata, en la provincia de Paucartambo.

Figura N° 33 Distribución espacial de Pantano de palmeras.



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

Figura N° 34 Fotografía de pantano de palmeras.



Fuente: Yuri Huillca Aedo

9.2 ECOSISTEMAS DE LA REGIÓN YUNGA

Las yungas en el departamento de Cusco presentan una alta diversidad florística. En los yungas del Parque Nacional del Manu se han registrado 1108 especies de árboles y afines (como lianas y helechos arbóreos), con la mayor parte de estos registros en la zona premontana a montana, aproximadamente entre los 1000 y 2500 metros sobre el nivel del mar. Además, se han identificado 40 especies endémicas (Farfan et al., 2015). Sin embargo, las yungas están siendo amenazadas por el desarrollo vial, la expansión agropecuaria y otras actividades, lo que les otorga una alta prioridad para su conservación, especialmente en la región de Cusco–Vilcabamba. (UNALM, 2002).

9.2.1 Bosque basimontano de yunga

Ecosistema montano bajo no nublado ubicado en las vertientes orientales de los Andes (entre 600 - 800 y 1 500 - 1 800 m s. n. m), conocidos como bosques altos (20 – 30 metros), se encuentran siempre verdes con una diversidad florística variable con presencia de varios estratos arbustivos y herbáceos, con presencia moderada de epífitos y de palmas andinas. La composición florística de este tipo de bosque se caracteriza por contar con especies botánicas tanto de la Amazonía baja como de la yunga, destacando la presencia de la palma amazónica *Oenocarpus bataua* el cual distingue la fisonomía de estos bosques. Según Farfan-Rios et al., (2015), en estas elevaciones de los yungas del parque nacional del Manu reporta 733 especies de árboles y afines (lianas y helechos arbóreos), siendo las especies más dominantes *Cyathea dintelmanii*, *Iriartea deltoidea*, *Virola sebifera*, *Ladenbergia oblongifolia* y *Tachigali setifera*.

Se desarrollan en las laderas de las montañas con pendiente que pueden superar el 100%, con suelos húmicos, profundos y bien drenados, con un clima pluvial húmedo (Araujo-Murakami et al., 2011).

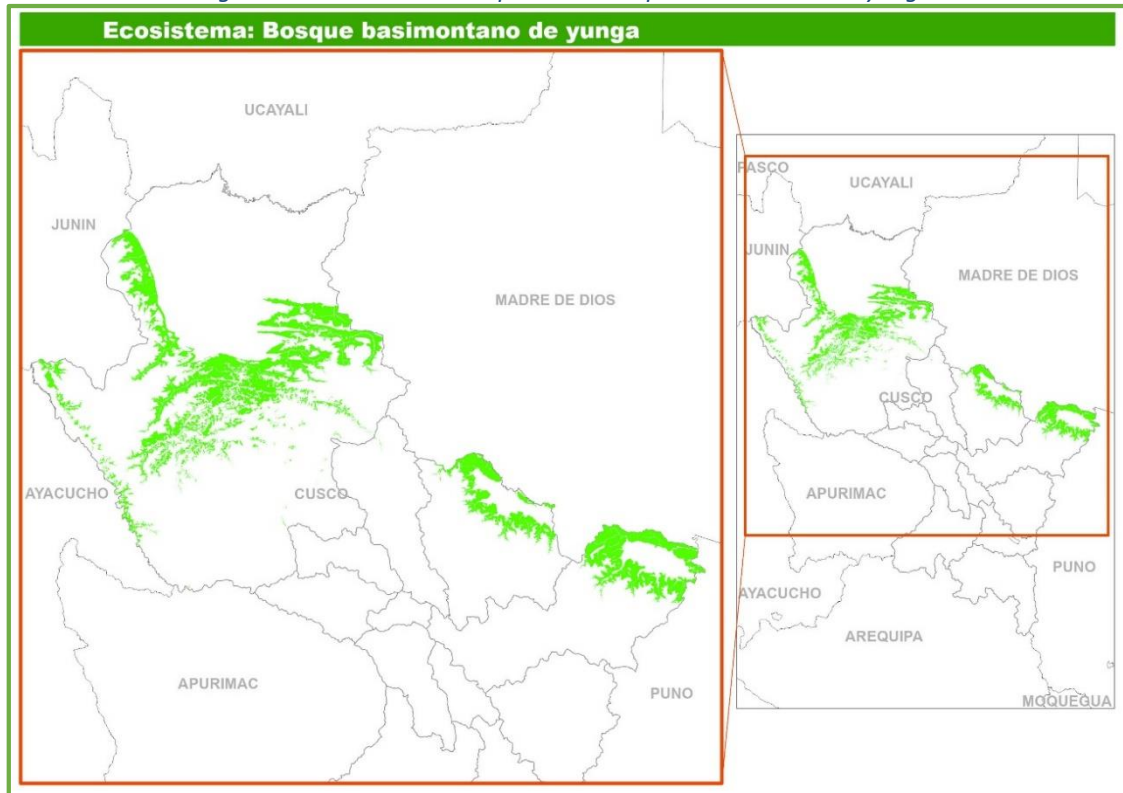
Especies Botánicas registradas: *Iriartea deltoidea* “huacra pona”, *Dictyocaryum lamarckianum*, *Virola sebifera*, *Otoba parvifolia*, *Ladenbergia oblongifolia*, *Faramea torquata*, *Coussarea ecuadorensis* (NT), *Elaeagia mariae*, *Tachigali setifera*, *Ocotea tessmannii*, *Ficus maxima*, *F. macbridei*, *F. trigona*, *Perebea guianensis*, *Clarisia racemosa*, *Helicostylis towarensis*, *Turpinia occidentalis*, *Cecropia angustifolia*, *Alchornea latifolia*, *Hevea guianensis* “shiringa amarilla”, *Conceveiba terminalis*, *Mollinedia lanceolata*, *Schizocalyx obovatus*, *Cyathea squamipes*, *Pourouma mollis*, *Alzatea verticillata*, *Pouteria bilocularis*.

Especies de fauna registradas: *Hyloscirtus armatus* (VU), *Oreobates machiguenga* (E, EN), *Aburria aburri* “pava negra, maría” (VU), *Terenura sharpei* “hormiguerito de lomo amarillo” (EN), *Ara militaris* “guacamayo militar” (VU).

Áreas protegidas: este tipo de ecosistema está en el ámbito de la Reserva Comunal Machiguenga, Reserva Comunal Amarakaeri, Reserva Comunal Ashaninka, Santuario Nacional de Megantoni, Parque Nacional de Otishi y Parque Nacional del Manu, Área de Conservación Privada Machusaniaca I, Área de Conservación Privada Japu - Bosque Ukumari Llacta, Área de Conservación Privada Matoriato y Área de Conservación Privada Fundo Cadena.

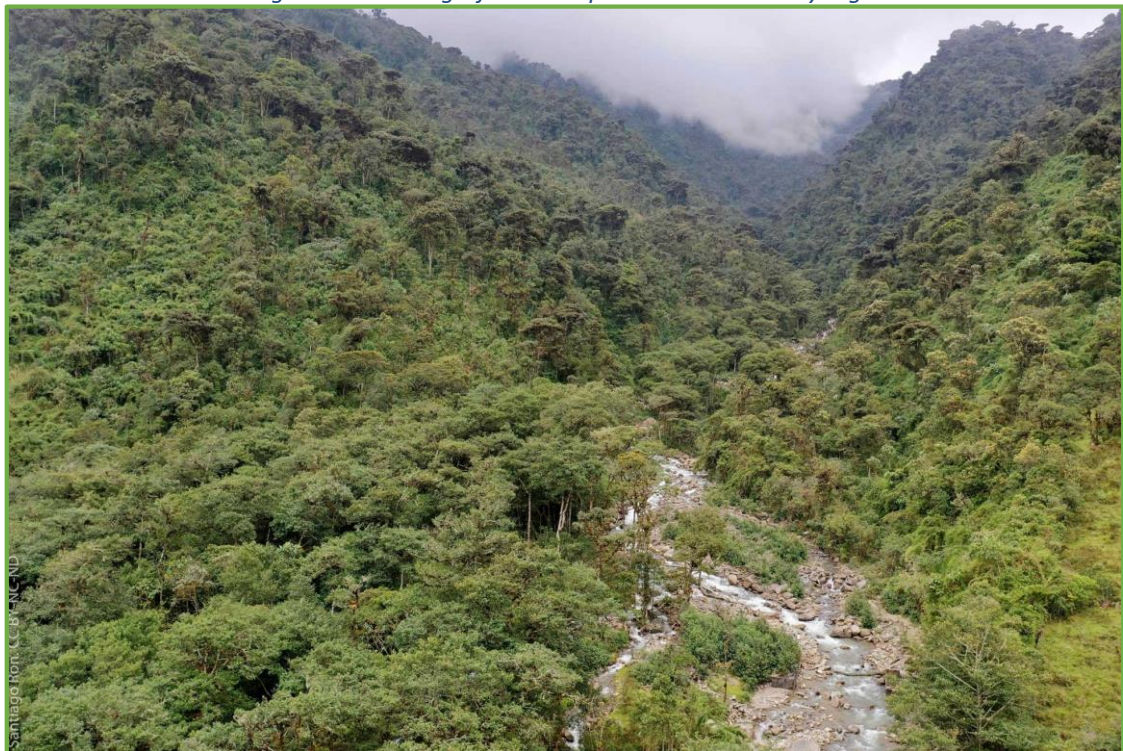
Extensión y distribución: Abarca una superficie aproximada de 9.04% (651,938.79 ha) del territorio departamental, en los distritos de Yanatile (Calca), Incahuasi, Villa Virgen, Villa Kintiarina, Megantoni, Echarate, Huayopata, Maranura, Ocobamba, Quelluno, Kimbiri, Santa Teresa, Vilcabamba, Pichari (La Convención), Paucartambo, Kosñipata (Paucartambo), Camanti, Marcapata (Quispicanchi) y Machupicchu (Urubamba).

Figura N° 35 Distribución espacial de bosque basimontano de yunga



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

Figura N° 36 Fotografía de bosque basimontano de yunga



Fuente: Pelaez-Tapia Yulina

9.2.2 Bosque montano de yunga

Ecosistema montano con nieblas frecuentes ubicado en las vertientes orientales de los Andes (entre 1 800 - 2 000 y 2 500 m s. n. m.), son bosques medios o alto (18 - 25 metros) siempre verdes, con varios estratos y con una alta diversidad florística notable, se encuentran abundantes epifitos dentro de ellos se encuentran los briofitas, pteridofitas, líquenes, bromelias y orquídeas, así como con frecuentes helechos arbóreos del género *Cyathea* “sano sano” y *Dycsonia*. Según Farfan-Rios et al., (2015) en estas elevaciones de los yungas del paque nacional del Manu reporta 199 especies de árboles y afines (lianas y helechos arbóreos), siendo las especies más dominantes *Alzatea verticillata*, *Cyathea delgadii*, *C. lechleri*, *Clethra revoluta* y *Clusia thurifera*.

Se desarrollan en laderas montañosas con fuertes pendientes de suelos profundos y húmicos bien drenados, con un clima húmedo.

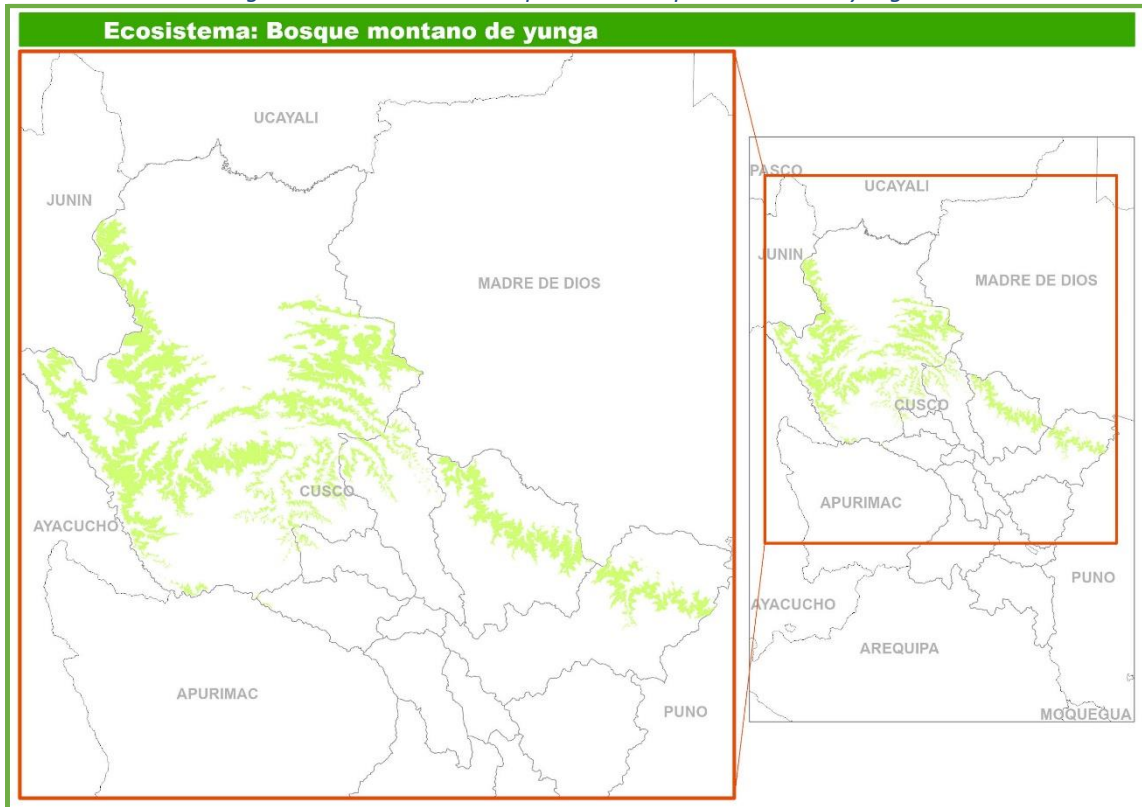
Especies Botánicas registradas: *Alzatea verticillata*, *Cyathea delgadii*, *C. lechleri*, *C. caracasana* “sano sano”, *C. carolihenrici*, *C. squamipes*, *C. ruiziana*, *Clethra revoluta*, *Clusia thurifera*, *Myrcia rostrata*, *M. splendens*, *Ilex villosula*, *Persea mutisii*, *Weinmannia ovata*, *W. multijuga*, *Incadendron esseri*, *Schefflera inambarica* (VU), *S. patula*, *Elaeagia mariae*, *Palicourea stipularis*, *Hedyosmum racemosum*, *Graffenrieda cucullata*, *Cecropia tacuna*, *Nectandra cuspidata*, *Beilschmiedia latifolia*, *Alchornea triplinervia*, *A. pearcei*, *A. grandis*, *A. anamariae* (NT), *Podocarpus oleifolius* “saucesillo, romerillo”, *Guatteria terminalis*, *G. punctata*, *Viburnum ayavacense*, *Brunellia brunnea* (EN), *Freziera dudleyi* (EN).

Especies de Fauna registradas: *Nymphargus pluvialis* (E, VU), *Pristimantis cosnipatae* (E, EN), *Psychrophrynella bagrecito* (E, VU), *Telmatobius mendelsoni* (E, CR), *Agelaiocercus kingi*, *Leptosittaca branickii* “loro cachetidorado” (VU), *Lipaugus uropygialis* “piha ala de cimatarra” (EN), *Andigena hypoglauca*, *Accipiter collaris* “gavilán semiacollarado” (VU), *Mormopterus phrudus* “murciélago de cola libre incaico” (E, CR), *Akodon kofordi* “ratón campestre de Koford” (VU), *Lagotrix lagotricha* “mono choro común”.

Áreas protegidas: Este tipo de ecosistema está en el ámbito de la Reserva Comunal Machiguenga, Reserva Comunal Ashaninka, Santuario Nacional de Megantoni, Parque Nacional de Otishi y Parque Nacional del Manu, Santuario Histórico de Machupicchu, Área de Conservación Privada Japu - Bosque Ukumari Llacta, Área de Conservación Privada Wayqecha.

Extensión y distribución: Abarca una superficie aproximada de 11.83% (853.174.93 ha) del territorio departamental. Se encuentra ubicada en los distritos de Mollepata en la provincia de Anta; Lares y Yanatile en la provincia de Calca; Santa Ana, Incahuasi, Villa virgen, Villa Kintiarina, Megantoni, Echarate, Huayopata, Ocobamba, Quellouno, Kimbiri, Santa Teresa, Vilcabamba y Pichari, en la provincia de La Convención; Paucartambo, Challabamba, Kosñipata, en la provincia de Paucartambo; Camanti, y Marcapata, en la provincia de Quispicanchi; y Machupicchu en la provincia de Urubamba.

Figura N° 37 Distribución espacial de bosque montano de yunga



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

Figura N° 38 Fotografía de bosque montano de yunga.



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

9.2.3 Bosque altimontano (pluvial) de yunga

Ecosistema montano alto ubicado en las vertientes orientales de los Andes (entre 2000 y 2500 - 4000 m s. n. m) presenta una vegetación densa y con múltiples estratos. La altura del dosel o cúpula alcanza 10 - 15 metros, con algunos árboles emergentes de 20 metros. Los niveles de riqueza florística son altos. La presencia de plantas epífitas, como las orquídeas y bromelias es notoriamente alta, así como la cubierta de musgos y líquenes sobre los troncos de los árboles. La familia representativa de estos bosques son Lauraceas, y los géneros representativos son: *Hedyosmum*, *Weinmannia* y *Clusia*, también se tiene la presencia de los helechos arbóreos (Reynel et al., 2013). Según Farfan-Rios et al., (2015), en estas elevaciones de los yungas del paque nacional del Manu reporta 200 especies de árboles y afines (lianas y helechos arbóreos), siendo las especies más dominantes *Weinmannia bangii*, *W. crassifolia*, *Cyathea delgadii* y *Clusia alata*.

Los terrenos tienen una fisiografía accidentada con fuerte pendiente, de clima húmedo y de suelo generalmente pobre susceptible a erosión. En su límite superior se encuentran los pajonales y los bosques enanos (Tovar et al., 2010).

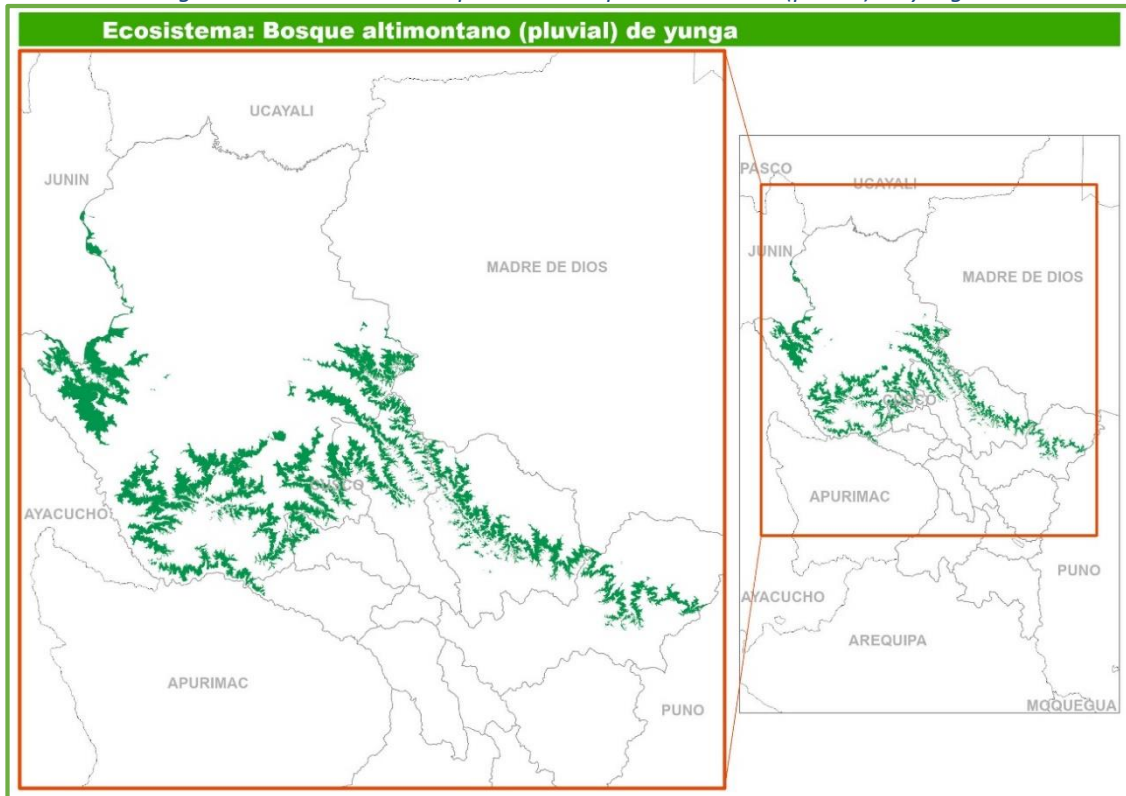
Especies Botánicas registradas: *Weinmannia bangii*, *W. crassifolia*, *W. reticulata*, *W. cochensis* “huichullo”, *W. fagaroides*, *Clusia sphaerocarpa*, *C. alata*, *C. trochiformis*, *Miconia setulosa*, *M. alpina*, *Axinaea pennellii*, *Myrsine coriácea*, *M. youngii*, *M. andina*, *Symplocos quitensis*, *S. fimbriata*, *Cyathea austropallescens* (VU), *C. delgadii*, *Prunus pleiantha* (VU), *P. integrifolia*, *P. huantensis*, *Clethra cuneata*, *Gynoxys pillahuatensis*, *Nordenstamia repanda*, *Alchornea grandiflora*, *Ilex sessiliflora* (NT), *Hedyosmum máximum*, *H. goudotianum*, *Meliosma frondosa*, *Ocotea glabriflora*, *Saracha punctata*, *Sessea dependens* (NT), *Polylepis pauta*, *Hesperomeles ferruginea* “mayu manzana”, *Gordonia fruticosa*, *Oreopanax ruizii* (EN), *Brunellia inermis* (EN), *Freziera dudleyi* (EN), *Ternstroemia brachypoda*.

Especies de fauna registradas: *Bryophryne gymnotis* (VU), *Nannophryne corynetes* (E, VU), *Psychrophrynella usurpator* (E, EN), *Rhinella manu* (E, VU), *Telmatobius sanborni* (CR), *Hapalopsittaca melanotis* (VU), *Pheugopedius eisenmanni* “cucarachero inca”, *Cyanolyca viridicyanus* “urruca de collar blanco” (NT), *Cacicus chrysonotus* “cacique montañas”, *Andigena hypoglaucha* “tucán andino de pecho gris” (NT), *Penelope montagnii* “pava andina”.

Áreas protegidas: Este tipo de ecosistema está en el ámbito de la Reserva Comunal Machiguenga, Reserva Comunal Ashaninka, Santuario Nacional de Megantoni, Parque Nacional de Otishi y Parque Nacional del Manu, Santuario Histórico de Machupicchu, Área de Conservación Privada Japu - Bosque Ukumari Llacta, Área de Conservación Privada Wayqecha, Área de Conservación Privada Pillco Grande – Bosque de Pumataki y Área de Conservación Privada San Luis.

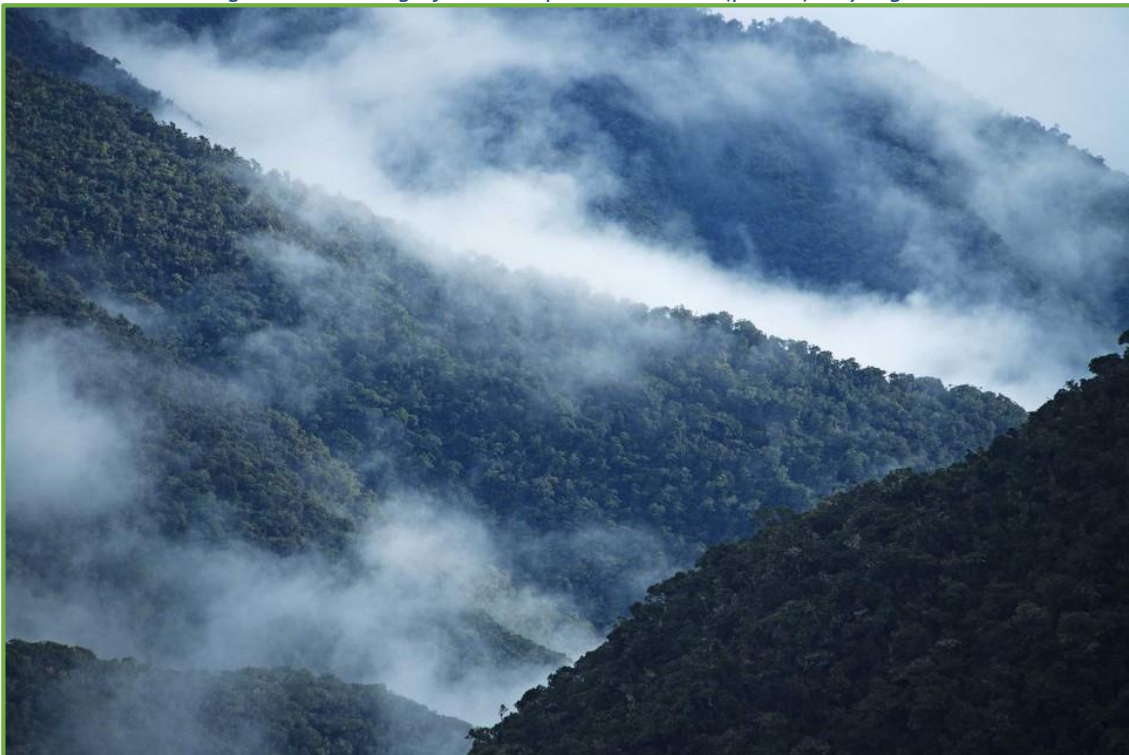
Extensión y distribución: Abarca una superficie aproximada de 9.39% (677,010.06 ha) del territorio departamental. Se encuentra ubicada en los distritos de Mollepata en la provincia de Anta; Lares y Yanatile, en la provincia de Calca; Santa Ana, Incahuasi, Villa virgen, Villa Kintiarina, Echarate, Huayopata, Ocobamba, Maranura, Quellouno, Kimbiri, Santa Teresa, Vilcabamba y Pichari en la provincia de La Convención; Paucartambo, Challabamba y Kosñipata, en la provincia de Paucartambo; Camanti y Marcapata, en la provincia de Quispicanchi; y Machupicchu en la provincia de Urubamba.

Figura N° 39 Distribución espacial de bosque altimontano (pluvial) de yunga



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

Figura N° 40 Fotografía de bosque altimontano (pluvial) de yunga.



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

9.2.4 Matorral montano

Ecosistema montano localizados entre 2 500 y 3 400 m s. n. m., conformado por especies mayormente de porte arbustivo mezclado con algunas especies arbóreas de porte muy bajo o enanas (< 5 metros), caracterizadas por sus hojas duras o coriáceas que le permiten contrarrestar las condiciones de periodos secos y de bajas temperaturas. Debido a su estructura entrelazada es difícil de penetrar, el suelo es profundo con humus. Las especies más representativas son *Ilex* spp., *Weinmannia* spp., *Clusia* spp., y *Drimys* spp., *Schefflera* spp., *Miconia* spp., y especies de la familia Ericaceae como *Bejaria* sp., *Demosthenesia spectabilis*, *Disterigma empetrifolium*, *Gaultheria erecta*, *Gaultheria vaccinioides*, *Pernettya prostrata* y *Siphonandra elliptica* (Mittermeier & Thomsen, 1997)

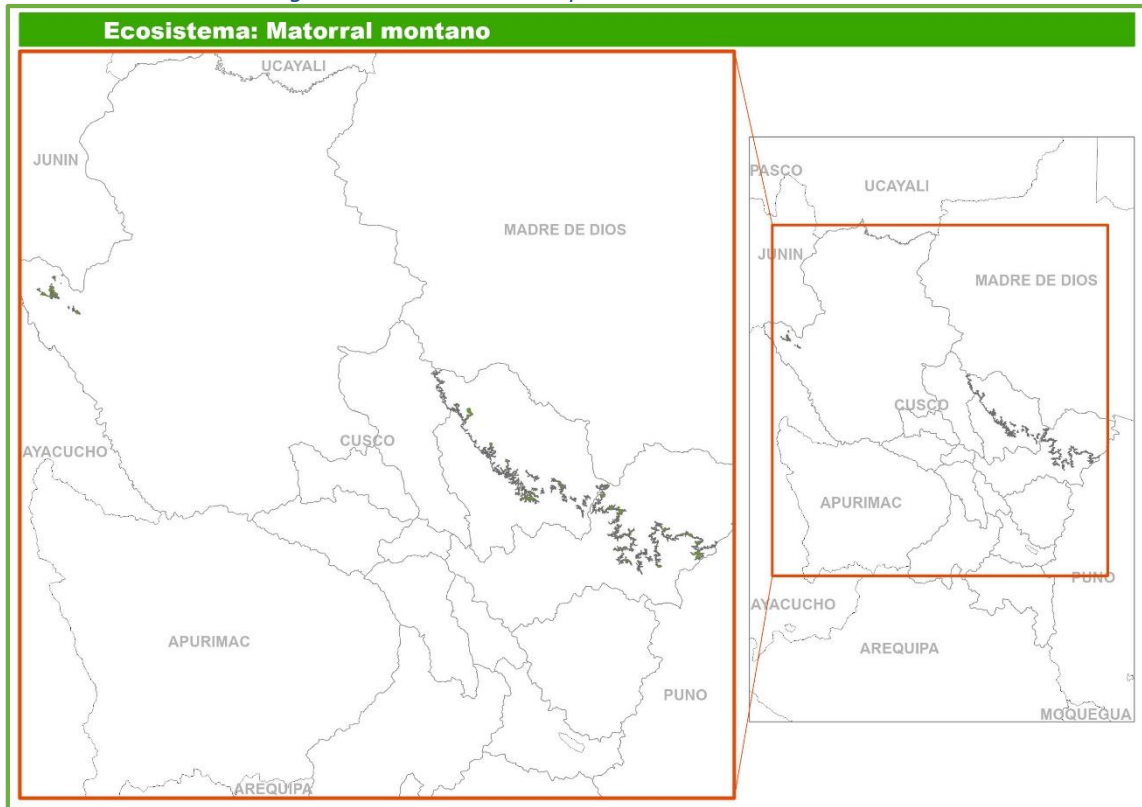
Especies Botánicas registradas: *Vaccinium floribundum* “macha macha”, *Disterigma pernettyoides*, *Gaultheria glomerata*, *G. buxifolia*, *Pernettya prostrata* “macha macha blanca”, *Demosthenesia mandonii* *D. spectabilis*, *Siphonandra elliptica*, *Thibaudia* sp. “monte capuli”, *Bejaria aestuans* “rosa de los andes” *Baccharis genistelloides* “kinsa quchu” (NT), *Gynoxys* sp., *Bocconia frutescens* “yanali”, *Miconia* sp. *Clusia* spp.

Especies de Fauna registradas: *Mazama chunyi* “chufi” (VU), *Lestoros inca* “ratón runcho andino”, *Patagioenas fasciata* “paloma de nuca blanca”, *Grallaria erythroleuca* (E), *Grallaria rufula* “tororoi rufo”, *Catablyrhynchus diadema* “gorro afelpado”, *Drymophila striaticeps* “hormiguero de cabeza rayada”.

Áreas protegidas: Este tipo de ecosistema está en el ámbito de la Reserva Comunal Ashaninka y Parque Nacional del Manu, Área de Conservación Privada Japu - Bosque Ukumari Llacta, Área de Conservación Privada Wayqecha y Área de Conservación Privada Pillco Grande – Bosque de Pumataki.

Extensión y distribución: Abarca una superficie aproximada de 0.47% (33,998.29 ha) del territorio departamental. Se encuentra ubicada en los distritos de Yanatile en la provincia de Calca; Kimbiri y Pichari en la provincia de La Convención; Paucartambo, Challabamba y Kosñipata, en la provincia de Paucartambo; y Camanti, Marcapata en la provincia de Quispicanchi.

Figura N° 41 Distribución espacial de matorral montano



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

Figura N° 42 Fotografía de matorral montano.



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

9.3 ECOSISTEMAS DE LA REGIÓN ANDINA

9.3.1 Pajonal de puna húmeda

Ecosistema altoandino localizado referencialmente entre los 3 000 y 5 000 m s. n. m., de alta pluviometría y productividad potencial (Laterra, 2003), con una fisonomía de pradera de gramíneas, cubierto por una vegetación densa de especies de la familia Poaceae de porte bajo y pajonales que crecen amacolladas de porte alto (hasta 1.5 m) y de hojas duras y filiformes, destacando las especies *Stipa ichu* y *Festuca dolichophylla*, denominados localmente como “ichu” y “chilliwua”, se distinguen en esta vegetación hasta tres estratos: plantas enraizadoras al suelo (líquenes, musgos, hepáticas), plantas acaules (*Paranephelium* spp., *Rockhausenia nubigena*), más arbustos con tallos postrados (*Baccharis caespitosa*) y estrato de gramíneas (MINAM, 2015), asociados con algunas especies arbustivas pequeñas que se encuentran dispersas como del género *Baccharis* y *Senecio*, así mismo con *Austrocylindropuntia floccosa* “huaraqo”, Puede ocupar terrenos planos u ondulados o colinas de pendiente suave a moderada.

El ecosistema engloba diferentes formaciones vegetales como césped de puna, rodales de puya y vegetación saxícola.

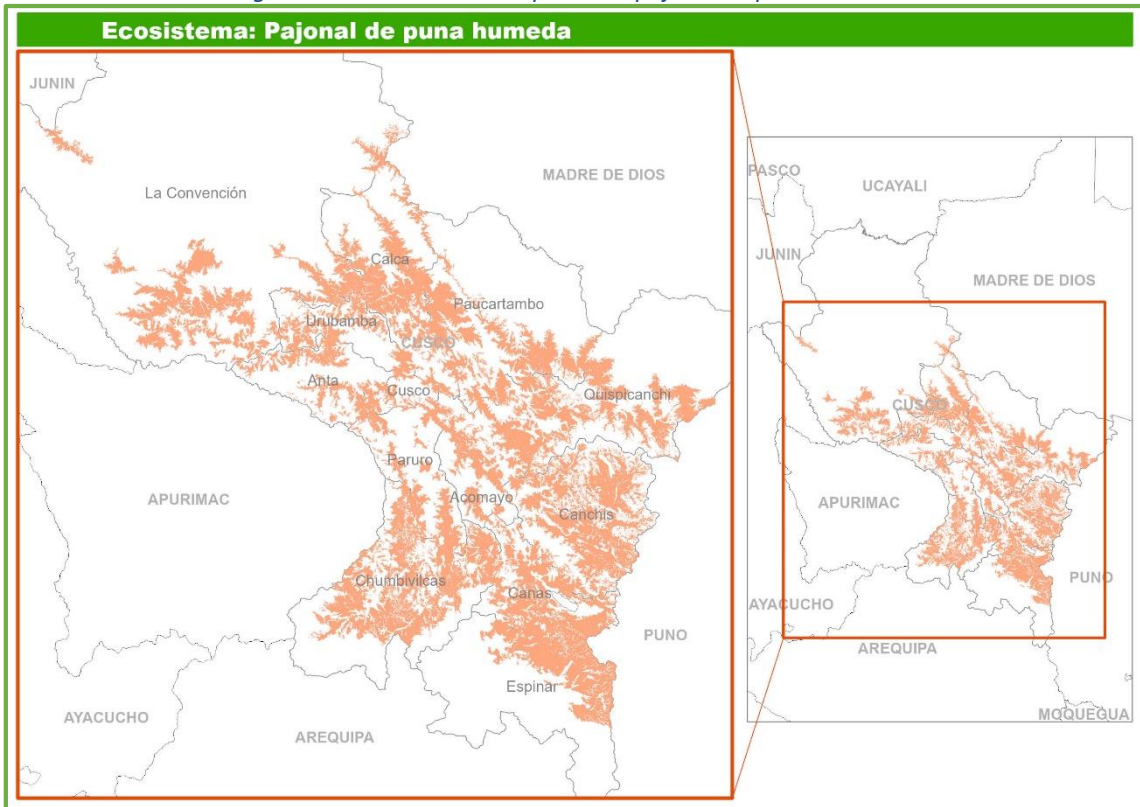
Especies Botánicas registradas: *Calamagrostis longiaristata*, *C. rigida*, *C. amoena*, *C. heterophylla*, *C. eminens*, *C. vicunarum* “crespillo”, *C. chrysantha*, *C. tarmensis*, *C. breviaristata*, *C. cephalantha*, *Festuca dolichophylla* “chilliwua”, *F. rigescens*, *Stipa hans-meyeri*, *Aciachne pulvinata*, *Bromus pitensis*, *B. lanatus*, *Agrostis toluensis*, *A. breviculmis*, *A. humilis*, *Muhlenbergia ligularis*, *M. peruviana*, *Poa candamoana*, *Nassella inconspicua*, *S. hans-meyeri*, *Luzula racemosa* “kumu kumu”, *L. peruviana*, *L. gigantea*, *Scirpus rigidus*, *Ageratina sternbergiana* “manca p’aqi”, *Erigeron lanceolatus*, *Chersodoma jodopappa* “oqe tola”, *Paranephelium ovatus*, *Rockhausenia apiculata*, *R. nubigena* “margarita andina”, *R. villosa*, *Cerastium crassipes*, *Perezia pungens* “azul corpus”, *Paronychia andina*, *Lepechinia meyerii* “salvia”, *Nototriche argentea*, *Acaulimalva engleriana* “altea”, *Echinopsis maximiliana* “añapancu”, *Ranunculus praemorsus* “chapu chapu”, *Tetraglochin cristatum*, *Lachemilla pinnata* “sillu sillu”, *L. aphanoides*, *Phyllactis rigida*, *Oenothera multicaulis* “saya saya”, *Puya raimondii* “titanka, ccayara” (EN).

Especies de Fauna registradas: *Bryophryne abramalagae* “sapo” (E, EN), lagartijas del género *Proctoporus* y *Liolaemus*, *Cavia tschudii* “cuy silvestre, poronqoe”, *Phyllotis osilae* “pericote de pastizal”, *Lycalopex culpaeus* “zorro colorado, atoq”, *Asthenes wyatti* “canastero de Wyatt”, *A. virgata* “canastero de Junin” (E), *A. maculicauda* “canastero estriado”, *Nothoprocta taczanowskii* “perdiz de Taczanowski” (VU), *Leopardus jacobita* “gato andino” (EN).

Áreas protegidas: este tipo de ecosistema está en el ámbito de la Parque Nacional del Manu, Parque Nacional Otishi, Reserva Comunal Ashaninka, Santuario Histórico de Machupicchu, Santuario Nacional Megantoni, Área de Conservación Regional Chuyapi Urusayhua, Área de Conservación Regional Ausangate y Área de Conservación Regional Choquequirao.

Extensión y distribución: Abarca una superficie aproximada de 22.41% (1,616,094.2 ha) del territorio departamental. Se encuentra distribuida en 109 distritos, pertenecientes a las siguientes 13 provincias: Cusco, Acomayo, Anta, Calca, Canas, Canchis, Chumbivilcas, Espinar, La Convención, Paruro, Paucartambo, Quispicanchi y Urubamba.

Figura N° 43 Distribución espacial de pajonal de puna húmeda



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

Figura N° 44 Fotografía de pajonal de puna húmeda



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

9.3.2 Pajonal de puna seca

Es un ecosistema altoandino localizado referencialmente entre los 3 800 y 5 000 m s. n. m., muy extenso conocido como pastizales, fisonómicamente es una pradera de gramíneas, dominada por una vegetación de la familia Poaceae donde los géneros *Festuca* y *Stipa* son los representantes de este ecosistema, conocidos como “ichu o paja”, que son plantas amacolladas de un porte de hasta 0.9 metros, asociado con una vegetación herbácea de porte bajo que crece al ras del suelo en espacios entre los macollos o al abrigo de los mismos y con algunos arbustos pequeños como *Senecio* y *Baccharis*, presente en terrenos planos, inclinados o en ondulados de suave pendiente. Ocupa grandes extensiones en la región, presentando varias formaciones vegetales como césped de puna, vegetación saxícola y rodal de Puya.

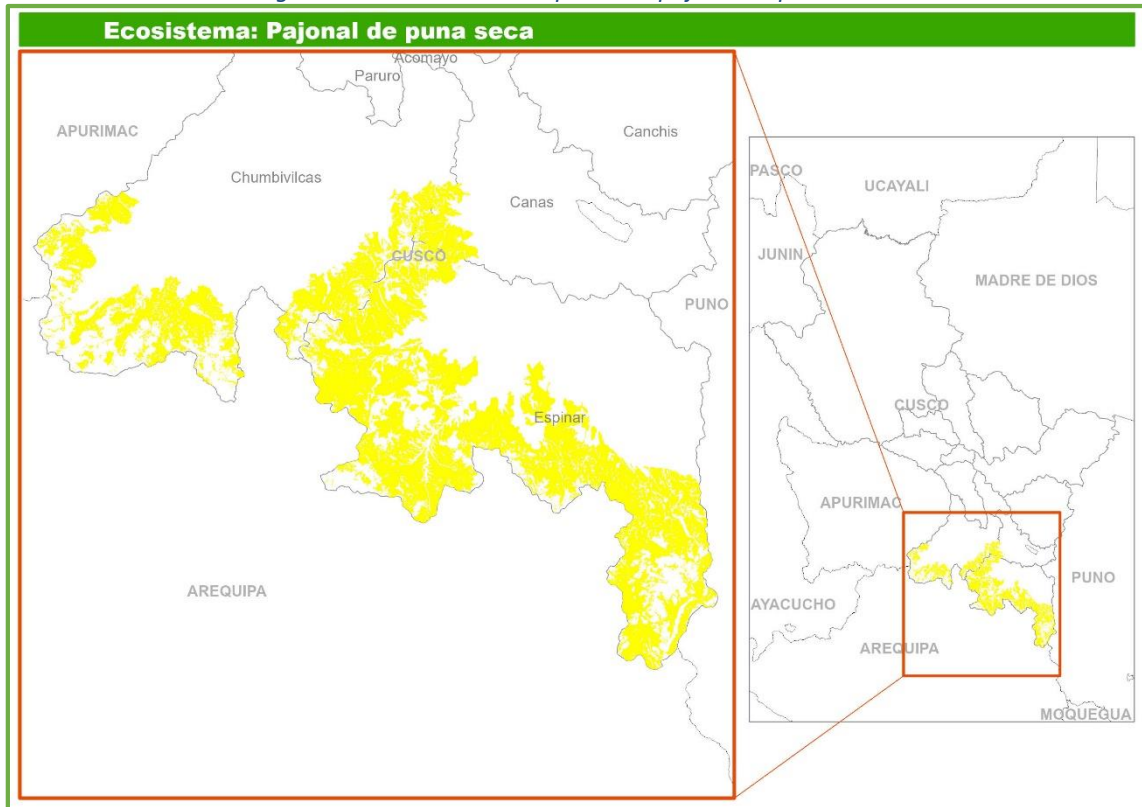
Especies Botánicas registradas: *Festuca orthophylla* “paja de puna, iru ichu”, *F. dolichophylla* “chilliwua”, *Aciachne pulvinata* “paco paco”, *Calamagrostis vicunarum* “crespillo”, *C. brevifolia*, *C. minima*, *Muhlenbergia peruviana*, *Agrostis breviculmis*, *Alopecurus hitchcockii*, *Stipa* spp “ichu”., *Hypochaeris meyeniana*, *Baccharis caespitosa* “pampa tayanca”, *B. alpina*, *Erigeron lanceolatus*, *E. rosulatus*, *Paranephelius ovatus*, *Senecio spinosus* “canlli”, *S. nutans* “chachacuma hembra”, *S. rufescens* “chacuma macho”, *Chersodoma jodopappa* “oqe tola”, *Carex boliviensis*, *Eleocharis albibracteata*, *Lepechinia meyenii* “salvia”, *Pycnophyllum* spp., *Margyricarpus pinnatus* “canlli”, *Austrocylindropuntia floccosa* “huaraqo”, *Puya raimondii* “titanka, ccayara” (EN), *Ephedra rupestris* “pinco pinco”.

Especies de fauna registradas: lagartijas del género *Liolaemus*, *Nothura darwini* “perdiz de Darwin” (E), *Nothoprocta ornata* “perdiz cordillerana”, *Tinamotis pentlandii* “perdiz de la puna”.

Áreas protegidas: este tipo de ecosistema está en el ámbito del Área de Conservación Regional Tres Cañones.

Extensión y distribución: Abarca una superficie aproximada de 4.51% (325,389.57 ha) del territorio departamental. Se encuentra ubicada en los distritos de Quehue y Checca, en la provincia de Canas; Santo Tomas, Velille, Quiñota, Livitaca y Llusco, en la provincia de Chumbivilcas; Coporaque, Condorama, Ocoruro, Suyckutambo, Espinar y Pallpata en la provincia de Espinar.

Figura N° 45 Distribución espacial de pajonal de puna seca



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

Figura N° 46 Fotografía de pajonal de puna seca



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

Formaciones vegetales de los pajonales:

Césped de puna. – Formación vegetal compuesta por herbáceas de porte bajo, pegados al suelo, tipo césped y plantas de porte almohadillado (pulviniforme) de hasta 0.15 metros de altura, dominado por gramíneas de porte bajo como *Calamagrostis vicunarum*. Ocupan terrenos ondulados y colinas de suave pendiente de suelos delgados y generalmente con mal drenaje mayormente en terrenos planos.

Figura N° 47 Fotografía de césped de puna



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

Rodal de puya. - Es una formación vegetal caracterizado por la presencia de pequeñas poblaciones de *Puya raimondii*, especie monocárpica, endémica y más grande de la familia Bromeliaceae denominada localmente rodal de “q’ayara” que resalta en los pajonales por su asociación monoespecífica, tamaño y belleza, que va asociada a una vegetación herbácea dominado por los géneros *Festuca* y *Calamagrostis* y por especies arbustivas de los géneros *Baccharis* y *Senecio*. Este ecosistema se encuentra en laderas de cerros con pendientes moderados a muy fuertes con exposición al noreste y noroeste, donde hay mayor radiación solar, en suelos rocosos y pedregosos y casi desnudos de vegetación (Vadillo et al., 2004).

Figura N° 48 Fotografía de rodal de puya.



Fuente: Pelaez-Tapia Yulina.

Vegetación saxícola.- Es una formación vegetal con presencia de afloramientos rocosos que provee distintos microhábitats, adecuados para el desarrollo de numerosas especies herbáceas, arbustos, cactus y caulirosetas (Weberbauer, 1945). Presente en terrenos inclinados con pendientes suaves.

Figura N° 49 Fotografía de rodal de vegetación saxícola



Fuente: Pelaez-Tapia Yulina.

9.3.3 Bofedal

Ecosistema andino hidromórfico conocido como “humedal” u “oconal” derivado de la palabra “ocko” (que significa mojado) en la lengua quechua, se localizan entre los 3 800 y 5 000 m s. n. m., su fisonomía es una pradera de herbazales sobre terrenos planos, inclinados o en depresiones, presentan turba o materia orgánica y se encuentran siempre verde durante todo el año, aspecto que resalta con el amarillo de las tierras más secas que lo rodea, este aspecto resalta más en la puna xerofítica del departamento de Cusco. Este cubierto por una vegetación herbácea cespitosa de tipo hidrófila que no pasan por encima de 0.1 metro de alto, con la especie dominante *Distichia muscoides*, que son de formación densa y compacta de porte almohadillado que forman turbas o ch’ampas, rico en materia orgánica, y también se encuentran familias como Cyperaceas y Plantaginaceas. Este ecosistema presenta pocas especies, pero tiene un alto valor nutricional, son extremadamente frágiles por su dependencia al agua ya que permanecen inundados o saturados de agua, aún en sequías prolongadas, la recarga del agua proviene de los manantiales, agua de deshielo, agua subterránea (puquiales) ríos y lluvia (Serrada, 2011), lo cual hace susceptible al cambio climático y a las actividades antrópicas.

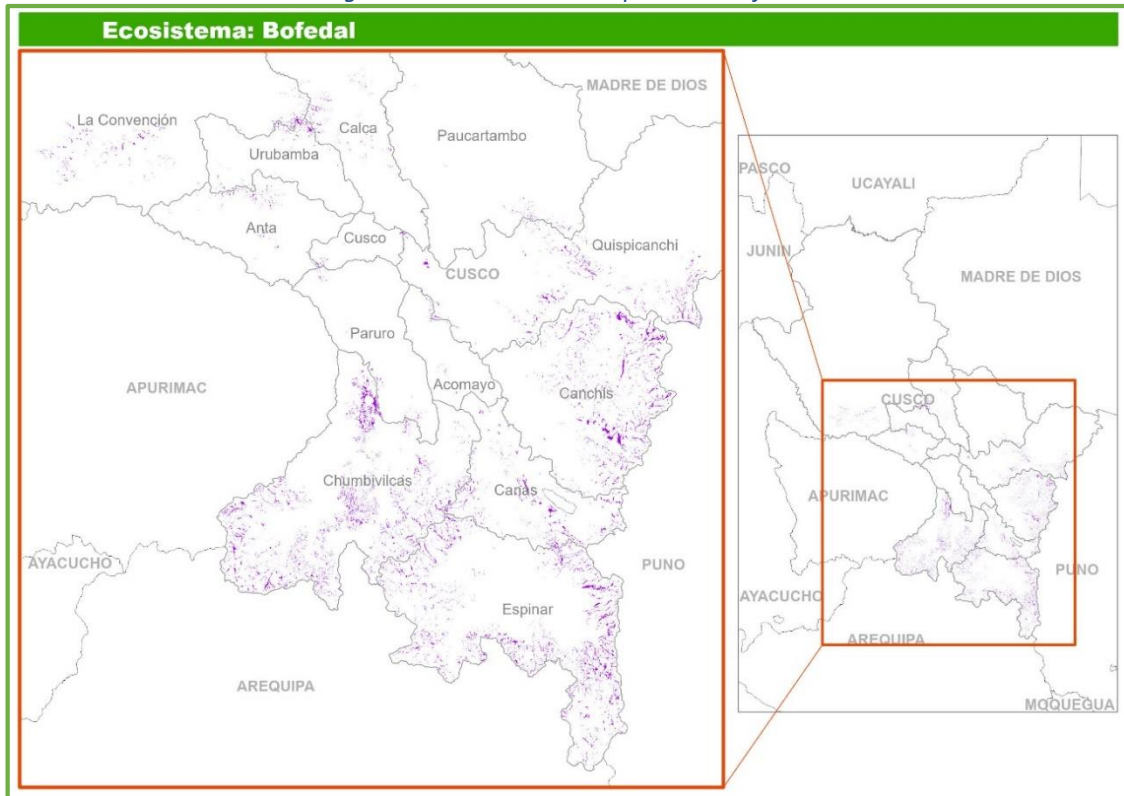
Especies Botánicas registradas: *Distichia muscoides* “champa, lacsá lacsá”, *Juncus* sp., *Plantago rigida*, *P. tubulosa*, *Ourisia muscosa*, *Oxychloe* sp., *Phylloscirpus acaulis*, *Eleocharis albibracteata*, *Rockhausenia pygmaea*, *R. apiculata*, *Oritrophium limnophilum*, *Hypochaeris taraxacoides*, *Cotula mexicana*, *Cuatrecasasiella isernii*, *Belloa kunthiana*, *Lobelia oligophylla*, *Lysipomia pumila*, *Gentiana sedifolia* “penq’a penq’a”, *Lachemilla pinnata* “sillu sillu”, *L. diplophylla*, *Lilaeopsis macloviana*, *Myrosmodes paludosa*, *Calamagrostis ovata*, *C. eminens*, *C. rigescens*, *C. vicunarum*, *C. chrysantha*, *Huperzia crassa* “vela vela”.

Especies de Fauna registradas: *Gastrotheca marsupiata* “rana marsupial, ch’eqya”, *Pleuroderma marmorata* “sapo”, *Telmatobius jelskii* “k’ayra”, *Cinclodes albiventris* “churrete de ala crema”, *Lessonia oreas* “negrito andino”, *Idiopsar speculifer* “fringilo glaciar”, *Thinocorus orbygnianus* “agachona de pecho gris”, *Vanellus resplendens* “avefría andina, leqecho”, *Chloephaga melanoptera* “ganso andino, huallata”, *Theristicus branicki* “bandurria andina, qaqe”, *Vicugna vicugna* “vicuña”.

Áreas protegidas: este tipo de ecosistema está en el ámbito del Santuario Histórico de Machupicchu, Área de Conservación Regional Ausangate, Área de Conservación Regional Tres Cañones y Área de Conservación Regional Choquequirao.

Extensión y distribución: Abarca una superficie aproximada de 1.29% (92,995.41 ha) del territorio departamental. Se encuentra distribuida en 75 distritos, pertenecientes a las siguientes 13 provincias: Cusco, Acomayo, Anta, Calca, Canas, Canchis, Chumbivilcas, Espinar, La Convención, Paruro, Paucartambo, Quispicanchi, Urubamba.

Figura N° 50 Distribución espacial de bofedal



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

Figura N° 51 Fotografía de bofedal



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

9.3.4 Zona periglacial y glaciar

Ecosistema andino ubicado por encima de los 4 000 m s. n. m., con suelos crioturbados y descubiertos que son suelos sometidos a un ciclo de hielo y deshielo de profundidad variable, con zonas rocoso-pedregosas y afloramientos rocosos (producto de deshielo), la vegetación es crioturbado y escasa que no supera los 0.3 o 0.4 metros, presentando baja cobertura, baja diversidad y baja dominancia de especies (Cano et al., 2010, 2011), siendo dominantes las familias: Asteraceae, Poaceae y Brassicaceae, dentro de los géneros más diversos se encuentra *Senecio* y *Calamagrostis* y las especies características son *Aschersoniodoxa cachensis*, *Stangea paulae* y *S. rhizantha* (Cano et al., 2010, 2011).

Los glaciares constituyen masas congeladas que se acumulan en los pisos más altos de las cordilleras sobre la superficie de la tierra; incluye detritos rocosos y se caracteriza por un balance entre la acumulación y la fusión de nieve y hielo (MINAM, 2019a).

Los Glaciares se forman en las regiones de alta latitud o elevada altura, por lo que el calor no es suficiente para provocar la fusión de los aportes pluviales recibidos en forma de nieve, donde, la acumulación progresiva de estas partículas sólidas, hace que los cristales de nieve se compacten, pierdan su porosidad, se suelden y recristalicen (Concha, 2015).

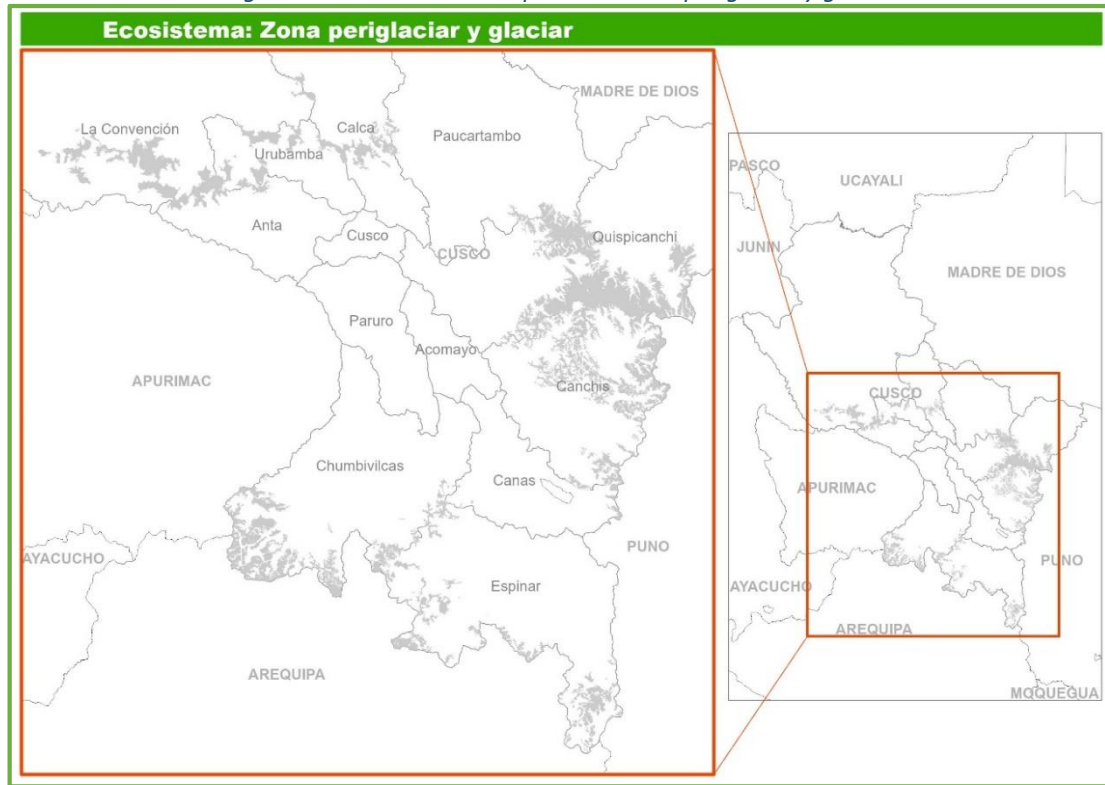
Especies botánicas registradas: *Aschersoniodoxa cachensis*, *Stangea paulae*, *S. rhizantha* (VU), *Werneria staffordiae*, *W. poposum*, *W. ciliolatum*, *W. incisum*, *Senecio nivalis*, *Draba depressa*, *Nototriche* sp., *Azorella compacta* “yareta” (VU).

Especies de Fauna registradas: *Pleuroderma marmoratum* “sapo”, *Idiopsar speculifer* “fringilo glaciar”, *Vicugna vicugna* “vicuña”, *Hippocamelus antisensis* “taruka” (VU).

Áreas protegidas: este tipo de ecosistema está en el ámbito del Santuario Histórico de Machupicchu, Área de Conservación Regional Ausangate, Área de Conservación Regional Tres Cañones y Área de Conservación Regional Choquequirao, Área de Conservación Privada Siete Cataratas – Qanchis Paccha, Área de Conservación Privada Kuntur Wachana, Área de Conservación Privada Choquechaca, Área de Conservación Privada Pampacorral, Área de Conservación Privada Qosqocahuarina.

Extensión y distribución: Abarca una superficie aproximada de 5.68% (409,665.77 ha) del territorio departamental. Se encuentra distribuida en 43 distritos, pertenecientes a las siguientes 10 provincias: Espinar, Calca, Chumbivilcas, Canchis, Urubamba, Quispicanchi, La Convención, Canas, Anta, Paucartambo.

Figura N° 52 Distribución espacial de zona periglacial y glaciar



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

Figura N° 53 Fotografía de zona periglacial y glaciar



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

9.3.5 Matorral andino

Es un ecosistema andino, localizado entre los 1 900 y 4 200 m s. n. m., con una vegetación leñosa arbustiva y subarbustiva, de carácter caducifolio y perennifolio, con arbustos espinosos. La vegetación alcanza un porte que va hasta los 4 metros; en su estrato inferior está compuesto por plantas herbáceas y plantas arrosietadas de la familia Bromeliaceae con las especies representativas de *Puya herrerae* y *Puya ferrugínea*, y de la familia Cactaceae con las especies de tipo columnar, se presentan árboles de manera dispersa como *Schinus molle* “molle”, *Caesalpineia spinosa* “tara”, y *Escallonia resinosa* “chachacoma”, ubicadas en laderas montañosas de pendientes ligera a muy abruptas.

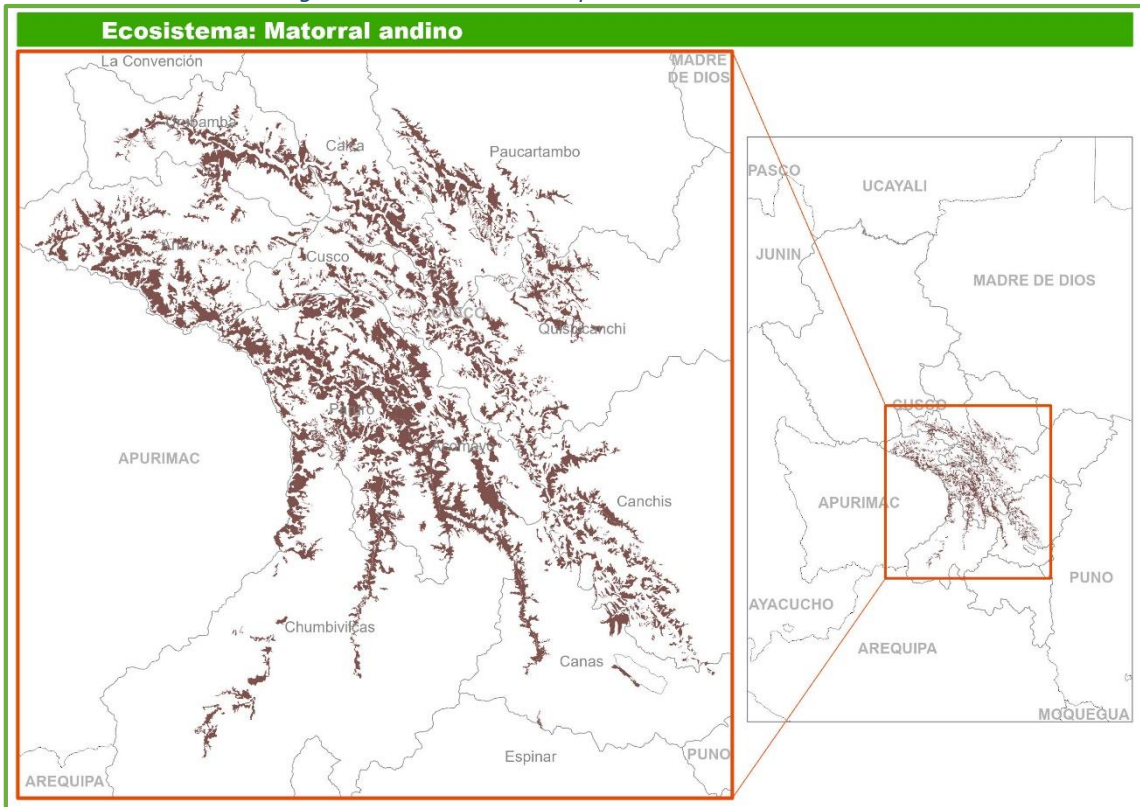
Especies botánicas registradas: *Mutisia acuminata* “chinchircuma”, *Barnadesia horrida* “llaulli”, *Dodonaea viscosa* “chaman, chamana”, *Ageratina sternbergiana* “manca p’aqi”, *Aristeguietia discolor* (NT), *Stevia cuzcoensis*, *Dasyphyllum leioccephalum*, *Grindelia boliviana* “chiri chiri”, *Perezia multiflora*, *Proustia cuneifolia*, *Sigesbeckia jorullensis*, *Tagetes multiflora* “chicchipa”, *Berberis boliviana* “ch’eqche”, *B. carinata*, *Puya ferrugínea*, *Puya herrerae* “ccayara” (NU) *Corryocactus squarrosus*, *Echinopsis maximiliana* “añapancu”, *Acalypha aronioides* “pispita”, *Crotalaria incana* “challchallcha”, *Otholobium pubescens*, *Ribes brachybotrys*, *Leonotis nepetifolia*, *Minthostachys mollis* “muña”, *Monnina salicifolia*, *Clematis seemannii*, *Kageneckia lanceolata* “lloq’e” (VU), *Arcytophyllum filiforme*, *Datura stramonium*, *Dunalia spinosa* “upa t’ankar”, *Jaltomata herrerae*, *Lycianthes lycioides* “t’anqar”, *Krameria lappacea* “pacha lloq’e”, *Duranta armata* “t’anqar”

Especies de fauna registradas: *Poospizopsis caesar* “monterita de pecho castaño” (E), *Asthenes ottonis* “canastero de frente rojiza” (E).

Áreas protegidas: este tipo de ecosistema está en el ámbito del Santuario Histórico de Machupicchu, Área de Conservación Privada, Área de Conservación Privada Kuntur Wachana, Área de Conservación Privada Mantamay, Área de Conservación Privada Pumawasi, Área de Conservación Privada Santuario de La Verónica.

Extensión y distribución: Abarca una superficie aproximada de 4.46% (321,424.89 ha) del territorio departamental. Se encuentra distribuida en 85 distritos, pertenecientes a las siguientes 12 provincias: Quispicanchi, Chumbivilcas, Canas, Canchis, Acomayo, Urubamba, Calca, Paruro, Cusco, Espinar, Paucartambo, Anta.

Figura N° 54 Distribución espacial de matorral andino



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

Figura N° 55 Fotografía de matorral andino.



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

9.3.6 Matorral de puna seca

Ecosistema altoandino, localizado entre los 1 500 y 5 000 m s. n. m., su fisonomía es considerada como praderas nativas “matorral siempre verde”, presenta una vegetación arbustiva xerofítica de hojas resinosas de tamaño bajo conocidos como “tola”, dominado por la familia Asteraceae representado por dos géneros *Parastrephia* y *Baccharis*, con la especie predominante de *Parastrephia lepidophylla* (Talavera & Zeballos, 1996), asociados con gramíneas amacolladas robustas y xeromórficas a menudo con hojas rígidas, duras y punzantes, intercalándose con especies arbustivas de la vegetación saxícola en los afloramientos rocosos como las especies: *Senecio nutans*, *Senecio rufescens* “chachacuma” y *Margyricarpus pinnatus* “canlli”, presente en terrenos más áridos de la puna, planos u ondulados o colinas de pendiente suave o en laderas con pedregosidad. Los suelos son muy permeables, generalmente pobres con una textura franca, franco arenoso o franco limoso (CIPCA, 1998; Machaca et al., 2010), presenta una alta capacidad de recuperación

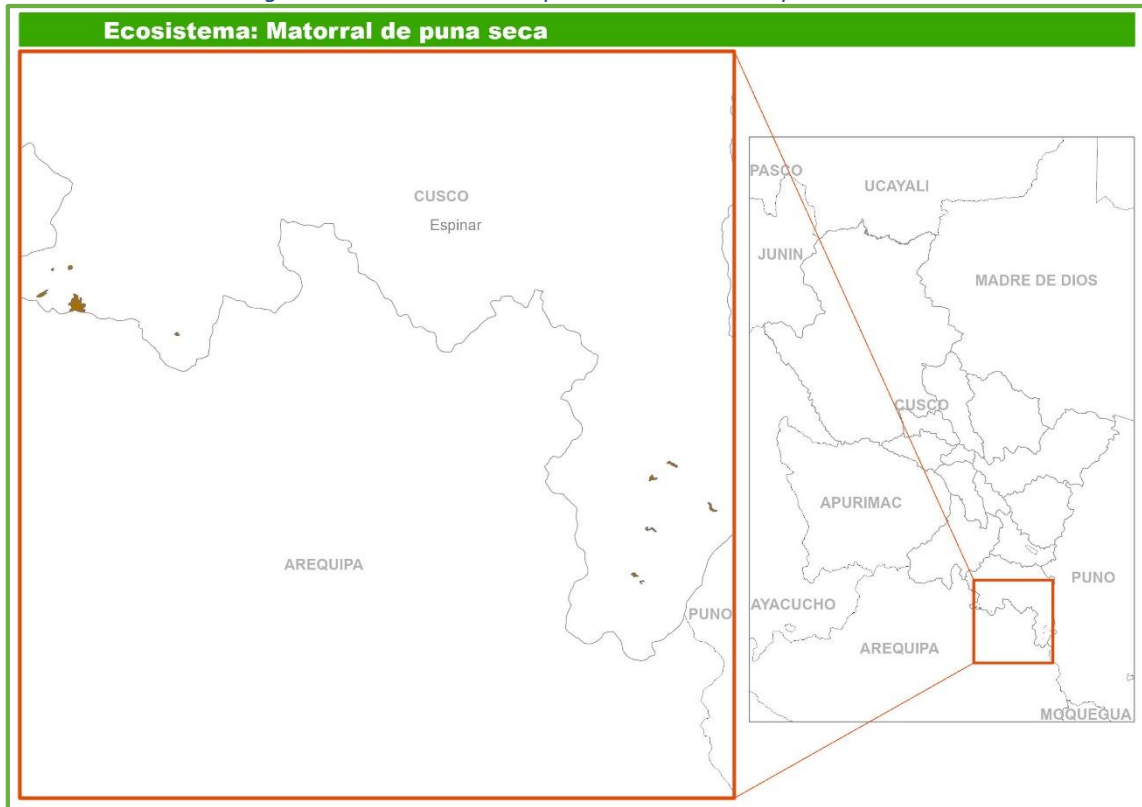
Especies botánicas registradas: *Parastrephia lepidophylla* “tola”, *P. quadrangularis* “tola”, *Senecio nutans* “chachacuma hembra”, *S. rufescens* “chachacuma macho”, *S. spinosus* “canlli”, *Baccharis tricuneata*, *Conyza deserticola*, *Festuca orthophylla* “paja de puna, iru ichu”, *Margyricarpus pinnatus* “canlli”.

Especies de fauna registradas: *Agriornis albicauda* “arriero de cola blanca” (VU).

Áreas protegidas: este tipo de ecosistema está en el ámbito del Área de Conservación Regional Suyckutambo.

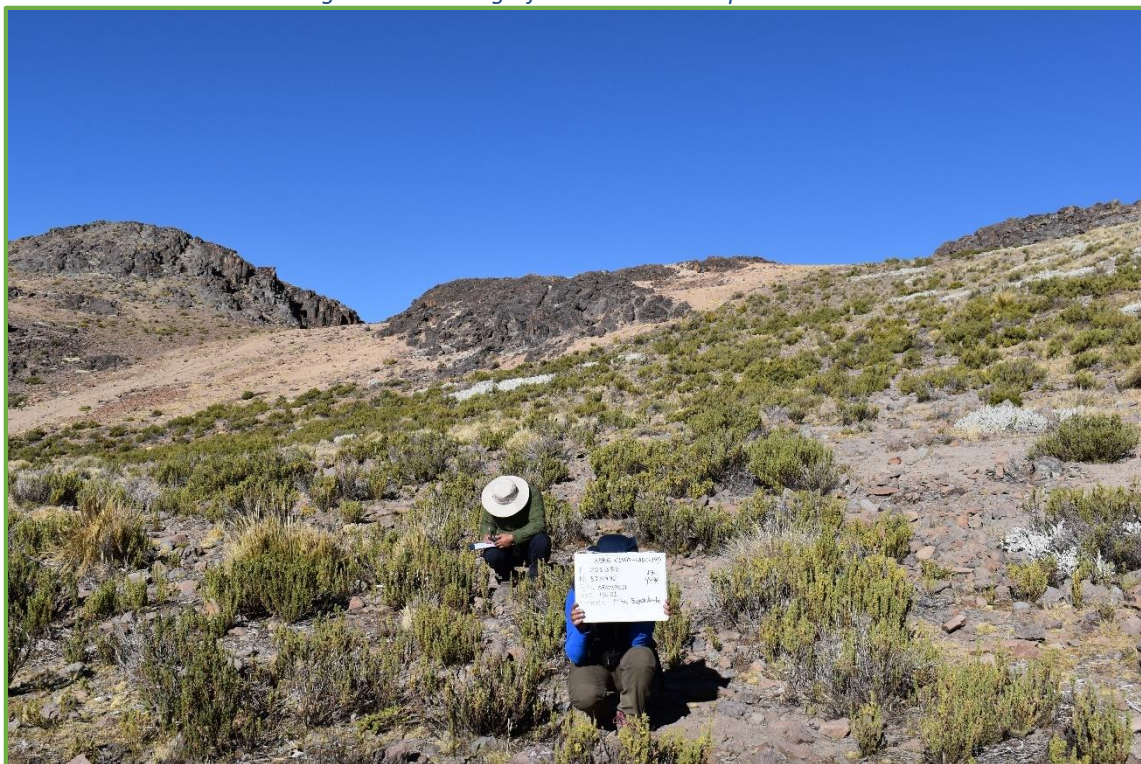
Extensión y distribución: Abarca una superficie aproximada de 0.01% (502.94 ha) del territorio departamental. Se encuentra ubicada en los distritos de Suyckutambo y Condorama en la provincia de Espinar.

Figura N° 56 Distribución espacial de matorral de puna seca.



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

Figura N° 57 Fotografía de matorral de puna seca



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

9.3.7 Bosque relicto altoandino (Q'euña y otros)

Ecosistema andino de distribución restringida, localizadas entre los 3 000 y 5 000 m .s. n. m., caracterizado por una vegetación arbórea denominados localmente como “bosque de qeuña”, donde el género representativo es *Polylepis*, el bosque formado por *Polylepis subsericans* es la que alcanza altitudes de hasta 5 100 m (Mendoza, 2005; Mendoza & Cano, 2011). Generalmente son pequeños parches o fragmentos boscosos, con una altura de 5 a 10 metros y otros bosques que pueden llegar hasta 25 metros (Kessler, 2006), de troncos torcidos, corteza delgada y exfoliante (ritidoma), distribuidos de forma dispersa en laderas montañosas, quebradas rocosas y riachuelos, también ocupan formaciones morrénicas y bordes de laguna (Tupayachi, 2005). El sotobosque presenta una predominancia de la familia Asteraceae, Scrophulariaceae y Rosaceae (Béjar, 1996; Lopez, 2019; Servat et al., 2002). El bosque presenta una asociación con plantas epifitas y briofitas, presentando una diversidad de especies de briofitas terrícolas y saxícolas que pueden formar un tapiz continuo en el suelo, reportando un total de 27 a 30 especies de briofitas (Galiano et al., 2015; Saji, 2014).

El Cusco es el departamento que posee mayor riqueza del género *Polylepis* (Boza Espinoza & Kessler, 2022).

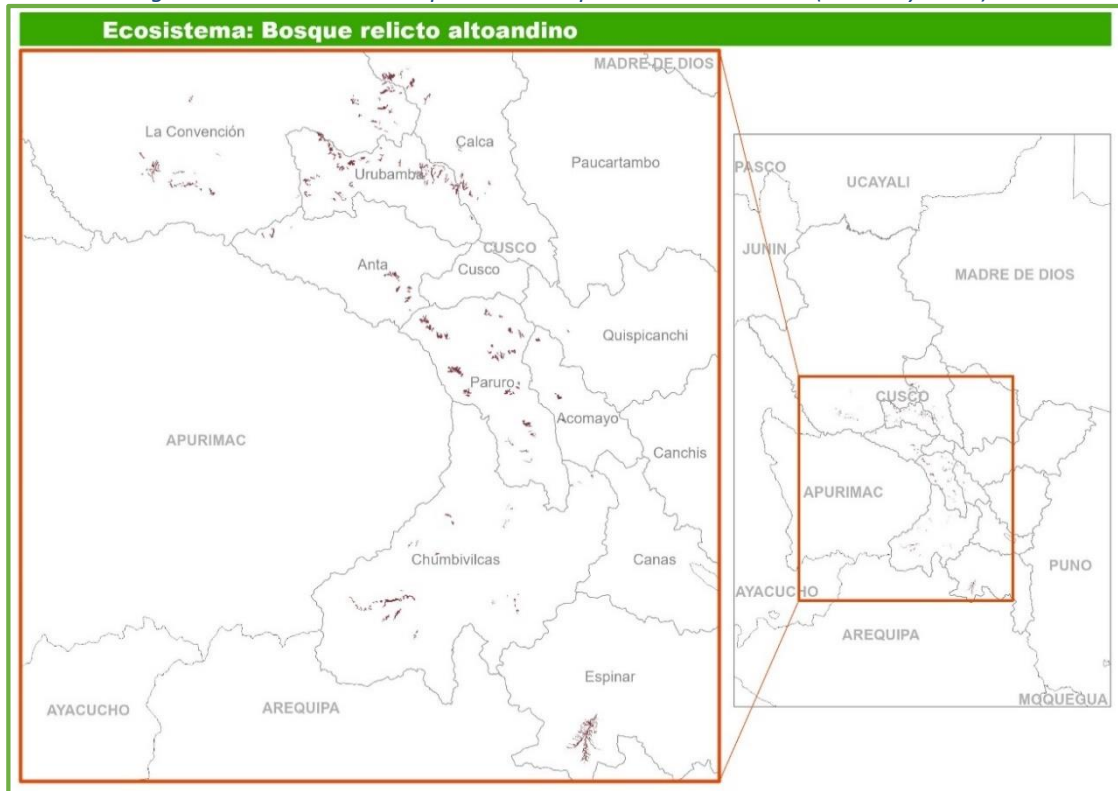
Especies botánicas registradas: *Polylepis canoi*, *P. incana* “qeuña” (VU), *P. incarum*, *P. lanata*, *P. microphylla* (VU) , *P. pauta* (VU), *P. pepeii* (VU), *P. racemosa* “qeuña” (VU), *P. sericea*, *P. subsericans* (VU), *Bidens triplinervia*, *Baccharis genistelloides* “kinsa quchu”, *Gynoxys nitida* “Ckoto quishuar”, *Mutisia* sp., *Senecio adenophyllus*, *S. rhizomatus*, *Bomarea dulcis* “sacha sullu”, *Ribes brachybotrys*, *Caiophora andina*, *Fuchsia apetala* “puna ñucchu”, *Stipa ichu* “ichu”, *Berberis carinata*, *Salpichroa hirsuta*, *Geranium filipes* “ujutillo, chili chili”, *Myrcianthes oreophila* “unca” (VU).

Especies de fauna registradas: *Anairetes alpinus* “torito de pecho cenizo” (EN), *Cinclodes aricomae* “churrete real” (CR), *Leptasthenura xenothorax* “tijeral de ceja blanca” (EN), *Conirostrum binghami* “Conirostro gigante” (NT), *Scytalopus urubambae* “tapaculo de Vilcabamba”, *Asthenes vilcabambae* “colacardo de Vilcabamba” (E), *Atlapetes forbesi* “matorralero de Apurímac” (E).

Áreas protegidas: este tipo de ecosistema está en el ámbito del Santuario Histórico de Machupicchu, Área de Conservación Privada Kuntur Wachana, Área de Conservación Privada Sele Tecse - Lares Ayllu, Área de Conservación Privada Hatun Queuña-Quishuarani Ccollana, Área de Conservación Privada Mantamay, Área de Conservación Privada Choquechaca, Área de Conservación Privada Abra Málaga Thastayoc - Royal Cinclodes.

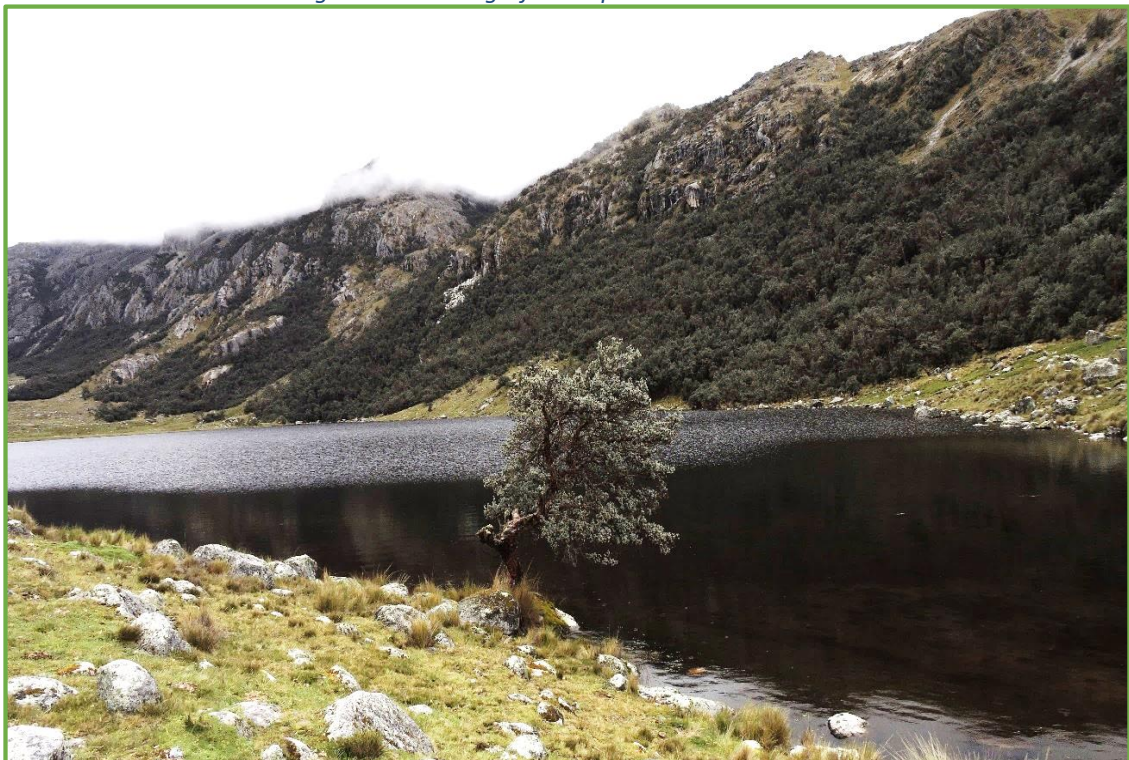
Extensión y distribución: Abarca una superficie aproximada de 0.30% (21,986.51 ha) del territorio departamental. Se encuentra distribuida en 35 distritos, pertenecientes a las siguientes 9 provincias: Espinar, Calca, Chumbivilcas, Urubamba, Paruro, La Convención, Acomayo, Quispicanchi y Anta.

Figura N° 58 Distribución espacial de bosque relicto altoandino (Q'euña y otros).



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

Figura N° 59 Fotografía Bosque relicto altoandino.



Fuente: Pelaez-Tapia Yulina

9.3.8 Bosque relicto mesoandino.

Ecosistema andino localizado aproximadamente entre los 2 000 y 3 500 m s. n. m., con una vegetación de composición y estructura variable representado por especies arbóreas nativas de tamaño superior a 2 metros, se encuentran formando áreas considerables de forma dispersa en varias localidades, este ecosistema alberga especies endémicas de la familia Myrtaceae (Kawasaki y Holst, 2006) y especies del género *Escallonia* (Escalloniaceae) formando comunidades puras conocidos como “bosque de unca, chachacoma y tasta”, en sectores húmedos se encuentran los bosques de aliso o lambran, así mismo se encuentran bosques mixtos donde están asociados con otras especies arbóreas como *Buddleja coriacea*, *Saracha punctata*, *Gynoxys nitida*, *Vallea stipularis*, *Oreopanax cuspidatus* y *Escallonia myrtilloides* (Lopez, 2019), generalmente localizados en laderas de fuerte pendiente, en pequeños valles y morrenas de los glaciares del área núcleo de la cordillera de Vilcabamba (Galiano et al., 2013), el estrato herbáceo está conformado por Briofitas, helechos, musgos y líquenes.

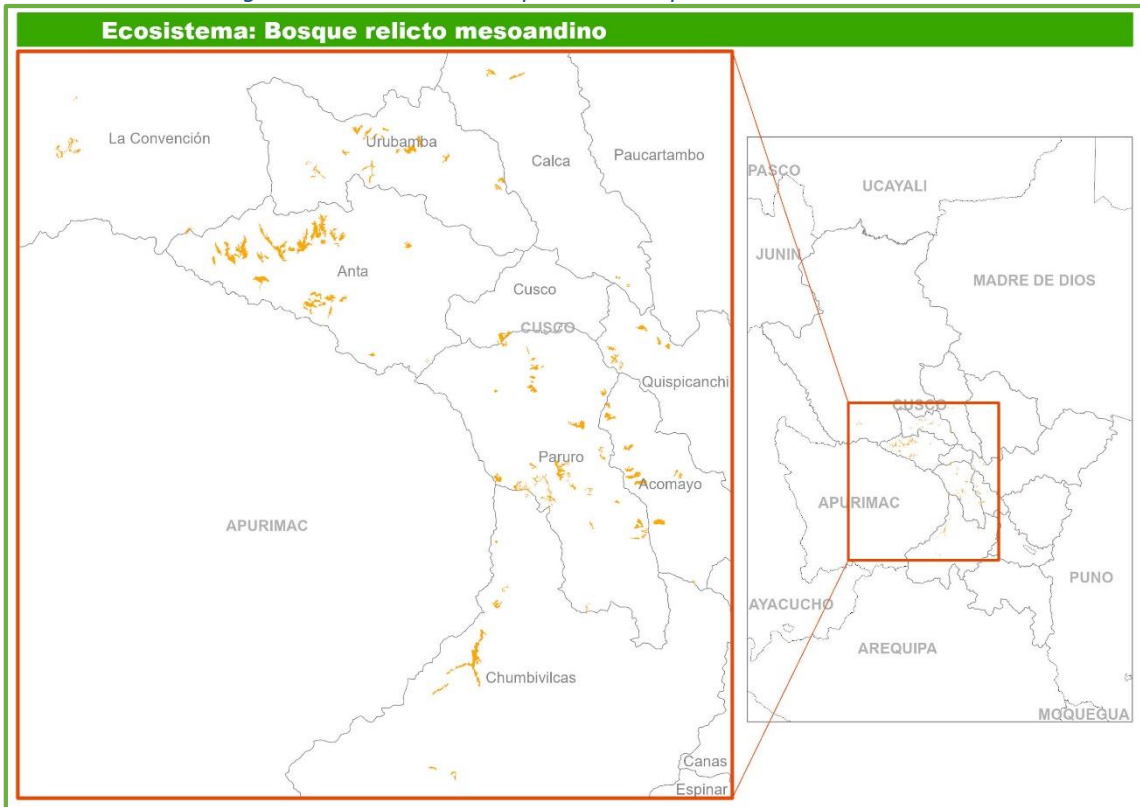
Especies botánicas registradas: *Escallonia myrtilloides* “T’asta”, *E. resinosa* “chachacoma”, *E. myrtilloides* var. *myrtilloides* “T’asta”, *Myrcianthes oreophila* “unca” (VU), *Buddleja coriacea* “kolle”, *Gynoxys longifolia* “t’anta quishuar”, *G. nitida* “ckoto quishuar”, *Saracha punctata*, *Berberis commutata*, *B. carinata*, *Ribes brachybotrys*, *Kageneckia lanceolata* “lloq’e” (VU), *Citharexylum herrerae* “huairuro cusqueño”, *Vallea stipularis* “chicllurmay”, *Oreopanax cuspidatus* (EN).

Especies de fauna registradas: *Atlapetes canigenis* “atlapetes de Cusco” (E), *A. rufigenis* “atlapetes orejirrufo” (E, NT), *A. forbesi* “matorralero de Apurimac” (E), *Phacellodomus striaticeps* “espinero andino”, *Asthenes ottonis* “canastero frentirrufo” (E), *Oreonympha nobilis* “montañas barbudo” (E), *Didelphis pernigra* “zarigüeya orejiblanca andina”, *Puma concolor* “puma”.

Áreas protegidas: este tipo de ecosistema está en el ámbito del Santuario Histórico de Machupicchu, Área de Conservación Regional Choquequirao, Área de Conservación Privada Mantamay, Área de Conservación Privada Choquechaca, Área de Conservación Privada Santuario de la Verónica.

Extensión y distribución: Abarca una superficie aproximada de 0.24% (17,267.48 ha) del territorio departamental. Se encuentra distribuida en 37 distritos, pertenecientes a las siguientes 9 provincias: Anta, Quispicanchi, Calca Chumbivilcas, Urubamba, Paruro, La Convención, Acomayo y Cusco.

Figura N° 60 Distribución espacial de bosque relicto mesoandino



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

Figura N° 61 Fotografía Bosque relicto mesoandino.



Fuente: Pelaez-Tapia Yulina

9.3.9 Bosque estacionalmente seco interandino (Apurímac).

Ecosistema de los valles interandinos, localizados entre los 800 y 3 000 m s. n. m., de fisonomía boscosa, con formaciones xerofíticas y caducifolias, en laderas empinadas o escarpadas de las montañas, se encuentran a manera de fragmentos y remanentes de bosque (Linares-Palomino, 2006), albergan especies endémicas como *Eriotheca vargasii* conocido como “pati”, especie arbórea predominante y abundante de estos bosques que son árboles de menor estatura (10 - 15 m) y de área basal que se encuentra de manera dispersa, compuesta por estrato arbustivo y herbáceo, siendo el estrato herbazal la forma de vida predominante. Resalta los cactus columnares como *Browningia viridis* y las plantas epifitas como *Tillandsia bryoides*, *T. purpurea*. El suelo es rocoso y bien drenado, presenta una temporada seca de al menos 5 a 6 meses con una productividad menor que los bosques húmedos (Pennigton et al., 2000)

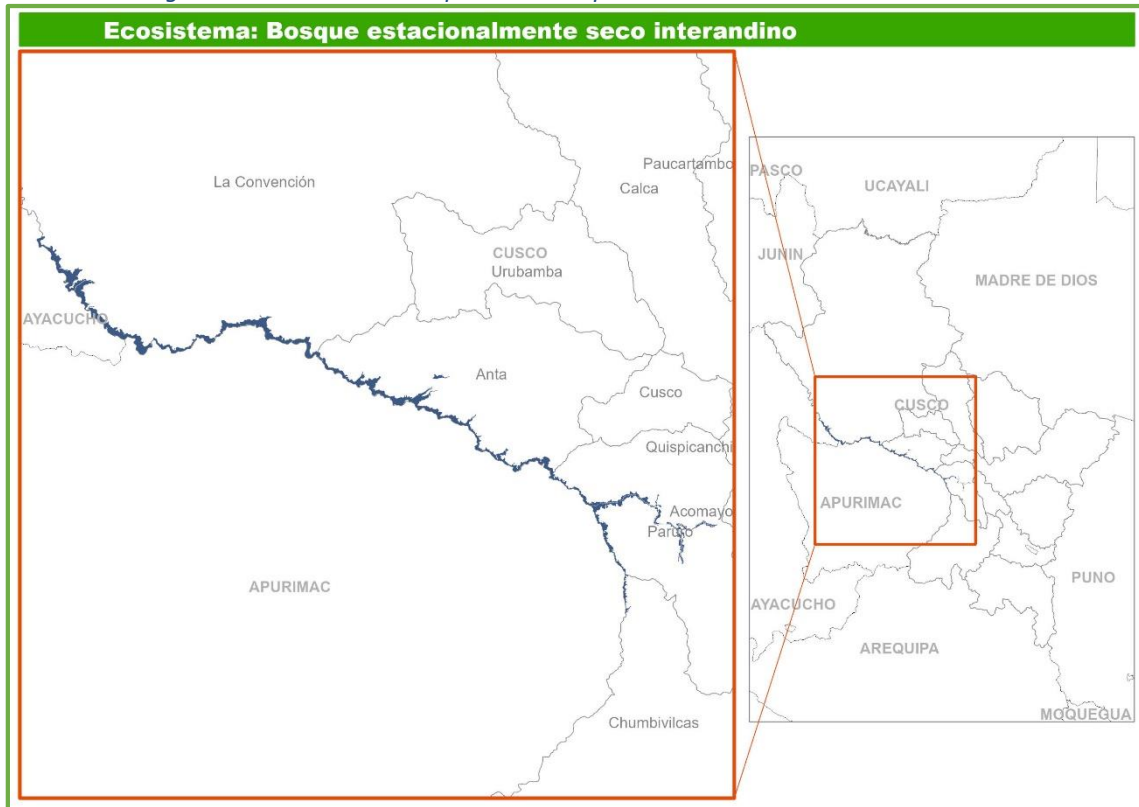
Especies botánicas registradas: *Eriotheca vargasii* “pati”, *Sida cordifolia*, *Tarasa operculata*, *Escallonia herrerae* “pfauca”, *Vasconcellea quercifolia*, *Browningia viridis*, *Opuntia ficus-indica* “tuna”, *Austrocylindropuntia subulata*, *Cylindropuntia tunicata*, *Prosopis pallida* “algarrobo”, *Acacia aroma* “huarango”, *Caesalpinia spinosa* “tara”, *Vachellia aroma*, *Cologania broussonetii*, *Coursetia fruticosa*, *Heliotropium pilosum*, *Puya densiflora*, *Tillandsia latifolia*, *T. bryoides*, *T. purpurea*, *Tecoma fulva*, *Delostoma lobbii* “huaruna”, *Argyrochosma nivea*, *Serjania squarrosa*, *Dodonaea viscosa* “chaman, chamana”, *Cnidocolus urens*, *Croton ruizianus*, *Ditaxis dioica*, *Euphorbia apurimacensis* (VU), *Bidens pilosa*, *Schkuhria pinnata* “piqui pichana”, *Zinnia peruviana*, *Baccharis salicifolia*, *Trixis cacalioides*, *Porophyllum ruderale*, *Ipomoea pauciflora*, *Furcraea andina* “chunta pacpa”, *Guilleminea densa*, *Plumbago coerulea*, *Chloris virgata*, *Melica scabra*, *Bouteloua curtipendula*, *Asclepias curassavica*, *Barbaceniopsis vargasiana*.

Fauna: *Nystalus chacuru* “buco chacurú”, *Columbina cruziana* “tortolita peruana”, *Megascops koepckeae* “autillo de Koepcke” (E), *Leptasthenura striata* “tijeral listado”, *Hemitriccus margaritaceiventer* “titirijí perlado”, *Dives waczewiczi* “tordo de matorral”, *Calomys sorellus* “ratón” (E), *Artibeus planirostris* “murciélago frutero”

Áreas protegidas: este tipo de ecosistema está en el ámbito del Área de Conservación Regional Choquequirao.

Extensión y distribución: Abarca una superficie aproximada de 0.35% (25,464.27 ha) del territorio departamental. Se encuentra ubicada en los distritos de Paruro, Huanquite, Accha, Colcha, Ccapi, Paccaritambo, en la provincia de Paruro; Vilcabamba, Santa Teresa, Inkawasi, en la provincia de La Convención; Capacmarca en la provincia de Chumbivilcas; y Chinchaypujio, Mollepata y Limatambo, en la provincia de Anta.

Figura N° 62 Distribución espacial de bosque estacionalmente seco interandino



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

Figura N° 63 Fotografía del bosque estacionalmente seco interandino.



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

9.4 ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

9.4.1 Lagos y lagunas.

Ecosistemas acuáticos localizados mayormente en la región andina entre los 2 300 y 5 000 m de altitud, son depósitos naturales de agua, de menor profundidad que los lagos ocupan extensiones pequeñas a grandes, algunas lagunas son cuerpos de agua permanentes mientras otros son de carácter temporario. Su origen es variado, destacándose entre otros, los fenómenos de erosión, la deposición de morrenas, los cráteres volcánicos o las depresiones fisiográficas naturales; la fuente principal de alimentación está constituida por la precipitación estacional que se produce en la zona alta y en algunos casos, los deshielos de los glaciares tropicales y afloraciones de las corrientes subterráneas; dichos aportes se traducen en escurrimiento superficial, percolación profunda, evaporación y en el volumen remanente que queda almacenado en el depósito natural (MINAM, 2019b).

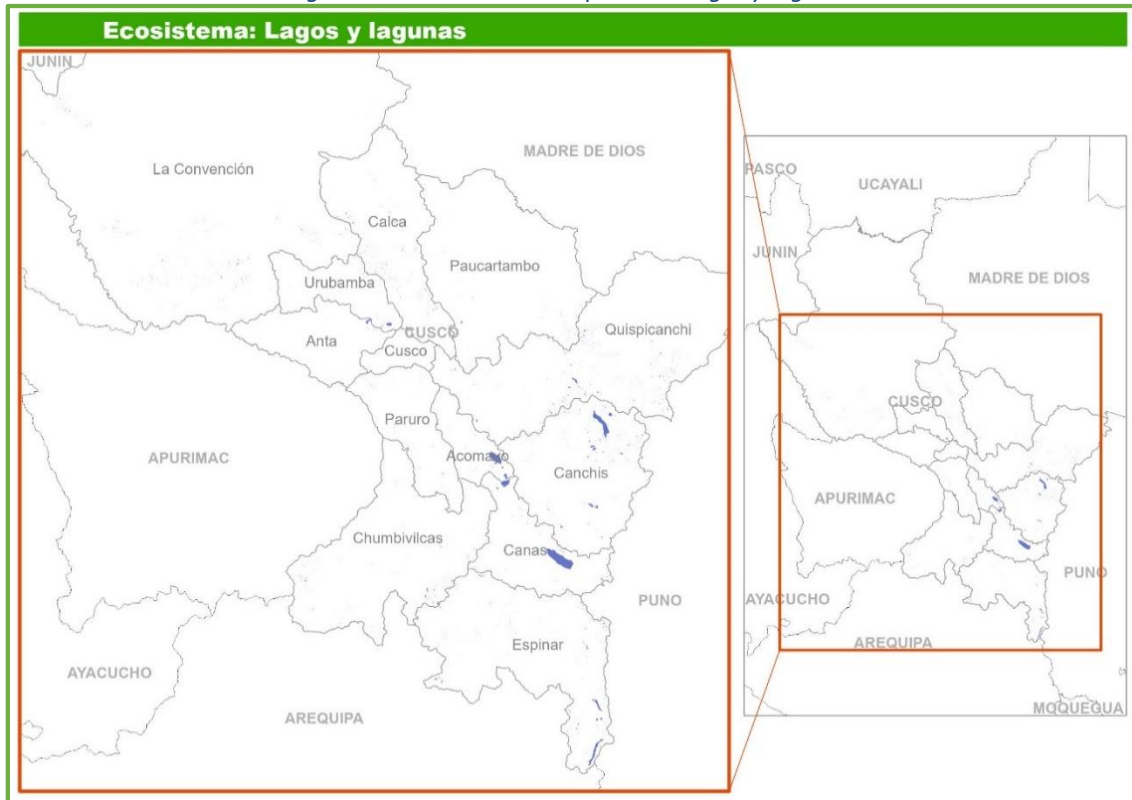
En estudios realizados en lagunas de la cordillera del Vilcanota indican que el número de lagunas se incrementaron, siendo el mayor crecimiento en áreas de altitud elevada (4 400 – 4 800 m s. n. m.) durante el período (2010 - 2014) lo cual podría ser correlacionado a la desglaciación (Guardamina y Drenkhan, 2014).

Especies de fauna registradas: *Orestias agassii* “qarachi”, *Trichomycterus rivulatus* “suche” (NT), *Telmatobius marmoratus* “k’ayra”(VU), *Spatula puna* “pato puna”, *Oxyura jamaicensis* “pato zambullidor”, *Podiceps occipitalis* “zambullidor blanquillo”, *Phoenicopterus chilensis* “pariguana” (NT), *Fulica gigantea* “gallareta gigante”, *Fulica ardesiaca* “gallareta andina”, *Netta erythrophthalma* “pato morado”(EN), *Muscisaxicola frontalis* “dormilona de frente roja”(NB), *Fluvicola albiventer* “tirano de agua de dorso negro”(NB).

Áreas protegidas: este tipo de ecosistema está en el ámbito del Parque Nacional del Manu, Parque Nacional Otishi, Reserva Comunal Ashaninka, Reserva Comunal Machiguenga, Santuario Histórico Machupicchu, Santuario Nacional Megantoni, Área de Conservación Regional Chuyapi Urusayhua, Área de Conservación Regional Ausangate, Área de Conservación Regional Tres Cañones, Área de Conservación Regional Choquequirao, Área de Conservación Privada Siete Cataratas - Qanchis Paccha, Área de Conservación Privada Siete Cataratas Kuntur Wachana, Área de Conservación Privada Siete Cataratas Sele Tecse - Lares Ayllu, Área de Conservación Privada Hatun Queuña-Quishuarani Ccollana, Área de Conservación Privada Japu - Bosque Ukumari Llaqta, Área de Conservación Privada Pampacorral, Área de Conservación Privada, Área de Conservación Privada Qosqocahuarina.

Extensión y distribución: Abarca una superficie aproximada de 0.35% (25,418.81 ha) del territorio departamental. Se encuentra en las provincias de Cusco, Acomayo, Anta, Calca, Canas, Canchis, Chumbivilcas, Espinar, La Convención, Paruro, Paucartambo, Quispicanchi y Urubamba.

Figura N° 64 Distribución espacial de lagos y lagunas



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

Figura N° 65 Fotografía de laguna



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

9.4.2 Ríos

Ecosistema acuático, es una corriente natural de agua, de profundidad y tamaño variable que normalmente fluye con continuidad; se puede ubicar sobre relieves planos o de suave pendiente hasta relieves extremadamente accidentados y de altas pendientes (conformando incluso cascadas). Posee un caudal determinado que rara vez es constante o regular a lo largo del año, pudiendo incluso llegar a niveles mínimos en la estación seca; vierte sus aguas en el mar, en un lago o en otro río más grande. Depende de la temporada de lluvias o el deshielo de glaciares para su existencia. Cuando es de escaso caudal y cauce estrecho se le conoce como arroyo o quebrada (MINAM, 2018).

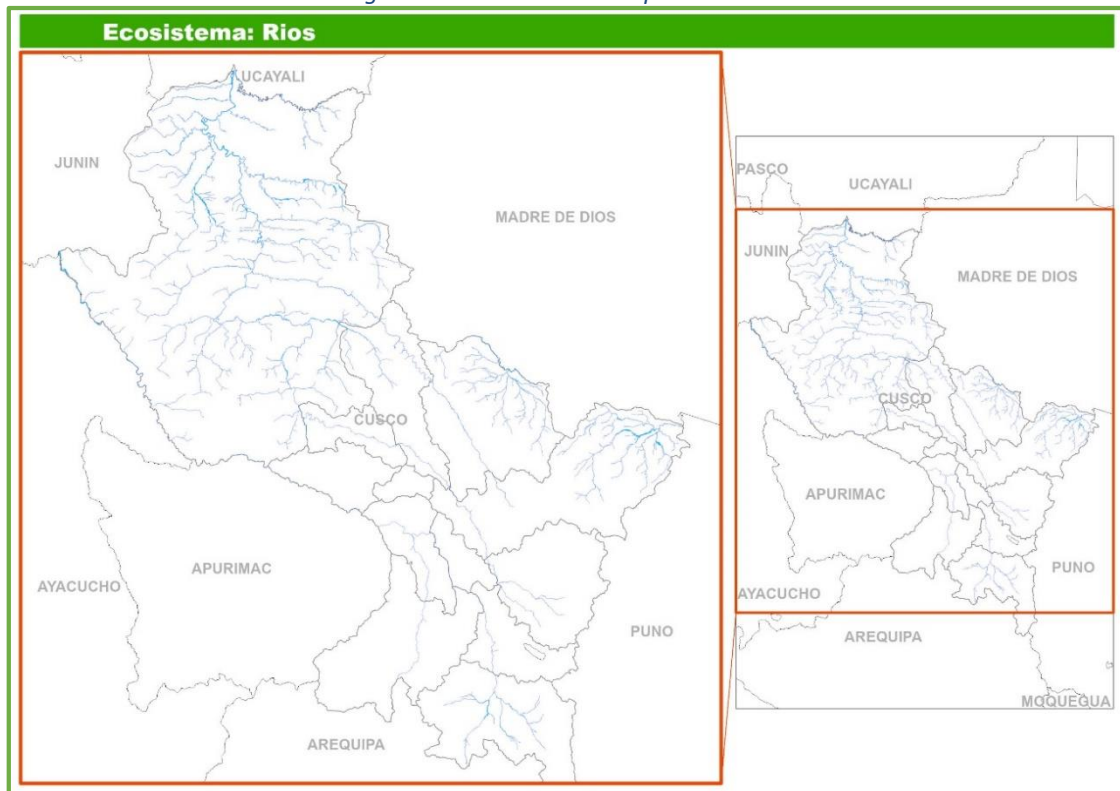
Los ríos altoandinos son muy variables y muestran fluctuaciones importantes en sus características físicas y químicas (caudal, temperatura, oxígeno disuelto, pH, conductividad) (González et al., 2004); tanto a nivel espacial como temporal, debido a su gradiente altitudinal de los andes.

Siendo principales para el departamento la cuenca del Vilcanota - Urubamba, la cuenca del Río Apurímac, cuenca del Araza y la cuenca del Mapacho.

Especies de fauna registradas: *Trichomycterus rivulatos* “suche de la puna” (NT), *Potamites erythrocularis* “lagartija de agua”, *P. montanica* (DD), *Serpophaga cinerea* “moscareta de los torrentes”, *Syrtidicola fluviatilis* “dormilona enana”, *Ochthornis littoralis* “tirano de agua arenisco”, *Sayornis nigricans* “viudita de río”, *Cinclus leucocephalus* “mirlo acuático de gorro blanco”, *Merganetta armata* “pato de los torrentes”, especies del género *Megaceryle* y *Chloroceryle* “martín pescador”, *Telmatobius marmoratus* “k’ayra” (EN), *Lontra longicaudis* “nutria de río” (NT).

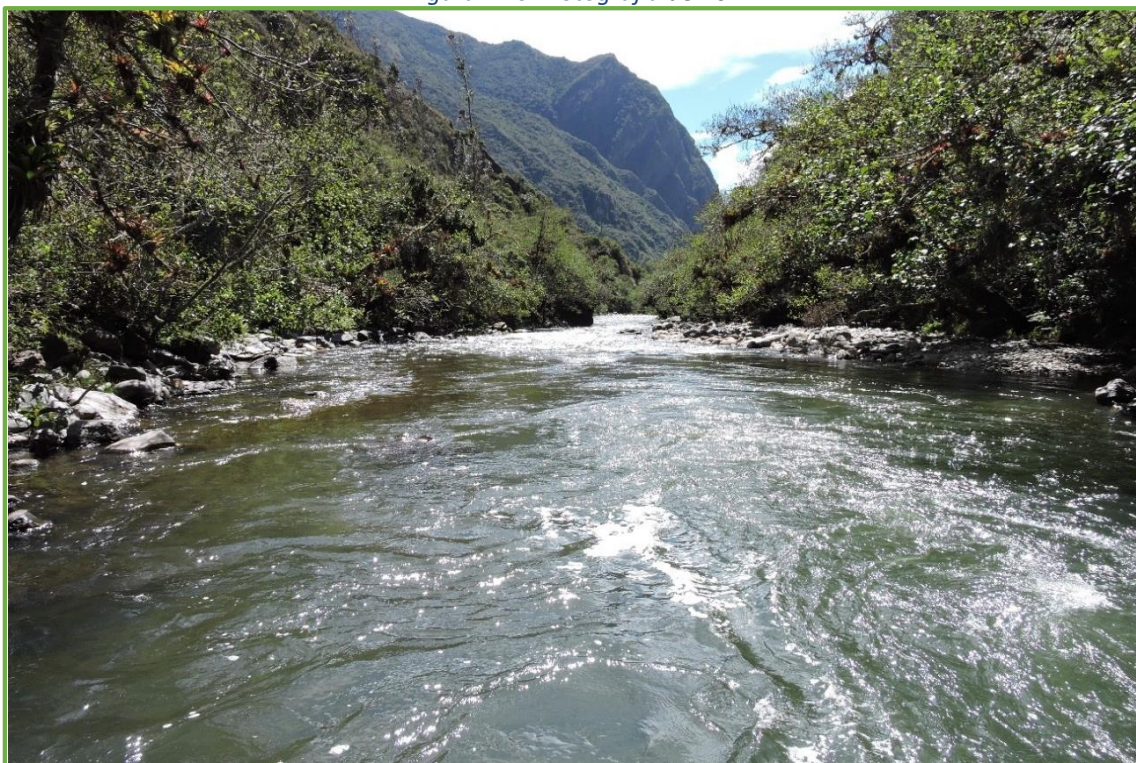
Extensión: Abarca una superficie aproximada de 1.13% (81,296.21 ha) del territorio departamental.

Figura N° 66 Distribución espacial de ríos



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

Figura N° 67 Fotografía de río



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

9.5 ZONAS INTERVENIDAS

9.5.1 Plantación forestal

Es una cobertura forestal establecida por intervención directa del hombre con fines de producción o protección forestal. En este proceso se establecen macizos forestales, mediante la plantación o siembra de especies arbóreas a través de actividades de forestación o reforestación, para la producción comercial y no comercial de madera (construcción, combustible, confección de herramientas agrícolas, entre otros) y otros productos forestales (MINAM, 2019a).

Hasta el año 2016 según el registro de plantaciones forestales (nativos y exóticos) el departamento de Cusco tiene 213 registros con un total de 15677.38 hectáreas (Guariguata et al., 2017).

El SERFOR, (2021) dio a conocer los volúmenes maderables, encontrando un promedio de 452.345 m³/ha para *Eucalyptus globulus* en algunos distritos de Cusco. El eucalipto ha sido el más utilizado en las plantaciones y se ha adaptado a las altitudes de 1 800 a 3 800 m s. n. m.

Las plantaciones del departamento de Cusco se instalaron desde la década de 1980, a través de convenios con órganos de cooperación internacional. Se ubican en la zona andina, principalmente de las provincias de Anta, Quispicanchi, Paucartambo y Cusco, donde utilizaron mayormente especies del género *Eucalyptus* y en menor proporción, especies del género *Pinus* (para fines industriales) (MINAM.2019c).

Extensión: Abarca una superficie aproximada de 0.37% (27,015.73 ha) del territorio departamental.

9.5.2 Zona agrícola

Son áreas destinadas para los cultivos, pueden ser cultivos transitorios, es decir, aquellos que después de la cosecha deben volver a sembrar para seguir produciendo (ciclo vegetativo es corto, de pocos meses hasta 2 años); o cultivos permanentes, aquellos cuyo ciclo vegetativo es mayor a dos años, produciendo varias cosechas sin necesidad de volverse a plantar (MINAM, 2019b). El departamento es productor principalmente de papa y maíz amiláceo, este último cultivo se caracteriza por la alta producción debido a la demanda creciente. Se desarrolla mayormente en la zona del Valle sagrado de los incas (Calca y Urubamba) (CENAGRO, 2012, MINAGRI, 2019).

Extensión: Abarca una superficie aproximada de 10.80% (778,739.9 ha) del territorio departamental.

9.5.3 Zona urbana

Esta área está constituida por los espacios cubiertos por infraestructura urbana y todas aquellas áreas verdes y vías de comunicación asociadas con ellas, que configuran un sistema urbano. Incluye el casco urbano (edificios, casas y monumentos), áreas verdes (jardines, parques y huertos), cursos de agua (ríos, acequias y lagunas naturales y artificiales), áreas periurbanas o suburbanas (donde pueden predominar los huertos, chacras y corrales), entre otros (MINAM, 2019b). Las zonas urbanas dependen de los ecosistemas naturales que actúan como proveedores de servicios de abastecimiento, regulación y culturales.

Extensión: Abarca una superficie aproximada de 0.26% (18,645.61 ha) del territorio departamental.

9.5.4 Zona minera

Comprende las áreas donde se extraen o acumulan materiales de la actividad minera, localizado en la zona amazónica y andina principalmente en los ecosistemas de la región andina en los distritos de Quiñota, Velille, Chamaca (Chumbivilcas), Espinar (Espinar), Marcapata y Camanti (Quispicanchi).

Cusco es la quinta región más importante en producción de cobre, recurso explotado por las empresas mineras como: Antapaccay de Xtrata Tintaya, Hudbay Minerals Inc. entre otros. Ocupando 6,332.5 hectáreas (0.09%) del territorio.

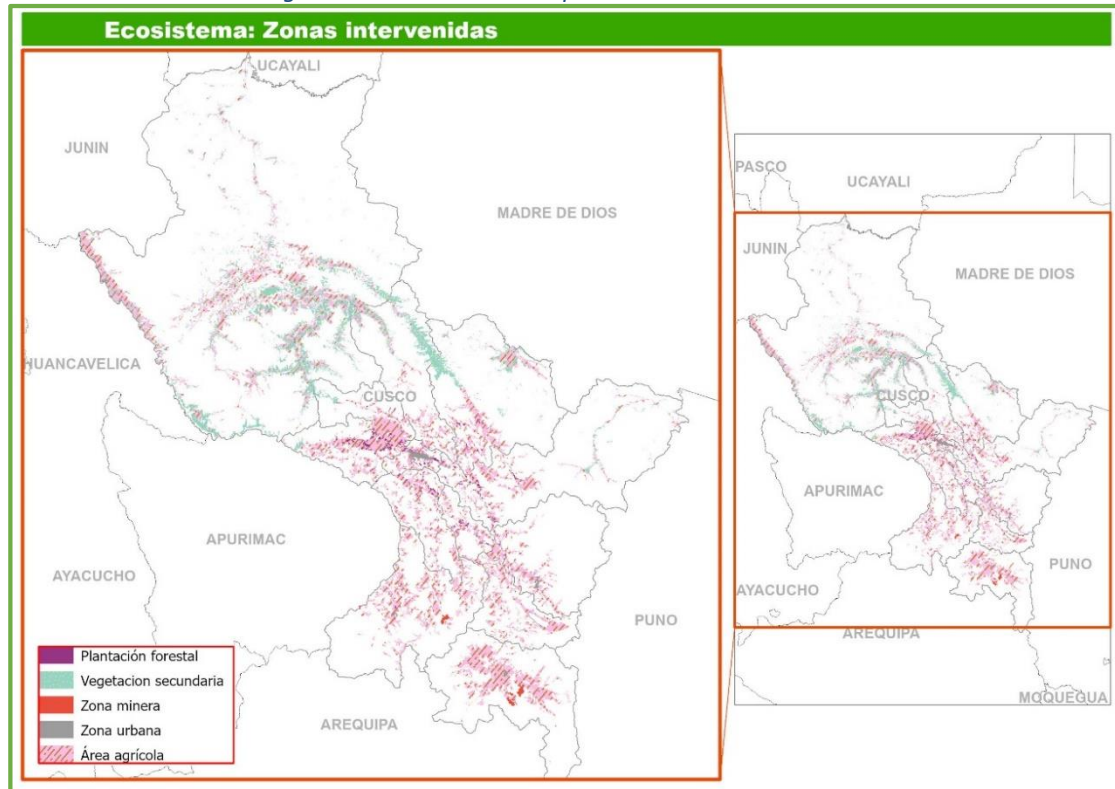
Extensión: Abarca una superficie aproximada de 0.09% (6332.53 ha) del territorio departamental.

9.5.5 Vegetación secundaria

Estas zonas comprenden áreas de pastizales, áreas que fueron desboscadas y convertidas a pastos cultivados, áreas cubiertas con vegetación secundaria “purma” en la Amazonía. Compuesto por una vegetación herbazal principalmente de gramíneas amacollados con proporciones variables de matorrales microfoliados y resinosos, que se instalan en suelos degradados de origen antrópico por la deforestación, cultivos, impacto de los incendios y la actividad ganadera (Aragón & Chuspe, 2018; MINAM, 2019a).

Extensión: Abarca una superficie aproximada de 3.09% (223,521.83 ha) del territorio departamental.

Figura N° 68 Distribución espacial de zonas intervenidas



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

Figura N° 69 Fotografía de zonas intervenidas



Fuente: Equipo técnico GRRNGA.

10 CONCLUSIONES

El Mapa de Ecosistemas del departamento de Cusco es de alcance regional, y constituye un instrumento de gestión para el diseño e implementación de políticas públicas; ayudando a identificar y representar la distribución espacial de los ecosistemas naturales a escala regional, contribuyendo a la gestión y monitoreo de la diversidad biológica y sus componentes, facilitando el establecimiento de prioridades y estrategias de conservación y manejo de los recursos naturales.

Se logró mapear veinte y dos (22) ecosistemas naturales en el territorio departamental: siete (7) para la región natural de selva tropical, cuatro (4) para la región yunga, nueve (9) para la región andina y dos (2) ecosistemas acuáticos: lagos, lagunas y ríos. Con un alto grado de concordancia según el coeficiente de kappa de 0.81, otorgándole una alta confiabilidad a la cartografía del Mapa de Ecosistemas del Departamento de Cusco.

Los ecosistemas con mayor superficie se encuentran ubicados en la región andina, representado por los pajonales de puna húmeda que ocupan el 22.41% del territorio. Seguidamente la región yunga con los ecosistemas de bosque montano de yunga que ocupa el 11.83% el bosque altimontano (pluvial) de yunga que ocupa el 9.39% y el bosque Basimontano de yunga que ocupa el 9.04% del territorio. Mientras que en la región selva tropical el ecosistema bosque de colina baja ocupa el 5.32% y el bosque de colina alta ocupa el 5.03% del territorio regional.

Los ecosistemas que tienen superficies registradas menores al 1%, que corresponden a la región selva tropical son: Pantano de palmeras, y bosque estacionalmente seco oriental (Urubamba); en la región Andina tenemos al matorral de puna seca, bosque relicto altoandino Q'euña y otros), bosque relicto mesoandino, y el bosque estacionalmente seco interandino (Apurímac), y para la región Yunga tenemos el matorral montano.

Tomando en consideración el documento: Definiciones conceptuales de los ecosistemas del Perú, y el mapa de cobertura vegetal del Gobierno Regional de Cusco, se recomienda que los ecosistemas: matorral de puna seca, bosque aluvial inundable, Pacal, Bosque estacionalmente seco oriental (Urubamba) y matorral montano requieren mayores estudios evaluación y mapeo para obtener mayor precisión en su identificación y delimitación.

11 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aragón Romero, J. I., & Chuspe Zans, M. E. (2018). *Ecología Geográfica del Cusco* (M. E. Chuspe Zans (ed.)).

Arantzazu Larrañaga, U. (2016). Clasificación de cultivos a partir de observaciones de teledetección radar. Aplicación a zonas de secano y regadío de Navarra. Universidad Pública de Navarra.

Araujo-Murakami, A., Cuevas-Echave, R., Miranda, F., Antezana, A., Poma-Chura, A., & Flores, N. (2011). Diversidad de plantas vasculares en dos sitios del bosque Yungueño subandino pluvial, Apolobamba, Bolivia. *Kempffiana*, 7(2), 3–18.

Ariza-López, F. J., Rodríguez-Avi, J., & Alba-Fernández, V. (2018). Control Estricto De Matrices De Confusión Por Medio De Distribuciones Multinomiales. *GeoFocus Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de La Información Geográfica*, 215–226. <https://doi.org/10.21138/gf.591>

Béjar L. (1996). Flora de los bosques de Polylepis en tres localidades del Valle Sagrado de los Incas. *Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional San Antonio Abad Del Cusco*, 21(3), 295–316.

BIODAMAZ. (2004). Diversidad de Vegetación de la Amazonía Peruana Expresada en un Mosaico de Imágenes de Satélite. In *Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana*. <http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/DT012.pdf>

Boza Espinoza, T. E., & Kessler, M. (2022). A Monograph of the Genus Polylepis (Rosaceae). *PhytoKeys*, 203, 1–274. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.203.83529>

Brack, A. (1986). Ecología de un país complejo. In R. Ferreyra (Ed.), *Gran Geografía del Perú. Naturaleza y hombre* (pp. 177–319). Manfer.

Cano, A., Delgado, A., Mendoza, W., Trinidad, H., Gonzáles, P., La Torre, M. I., Chanco, M., Aponte, H., Roque, J., Valencia, N., & Navarro, E. (2011). Flora y vegetación de suelos crioturbados y hábitats asociados en los alrededores del abra Apacheta, Ayacucho - Huancavelica (Perú). *Revista Peruana de Biología*, 18(2), 169–178. <https://doi.org/10.15381/rpb.v18i2.224>

Cano, A., Mendoza, W., Castillo, S., Morales, M., La Torre, M. I., Aponte, H., Delgado, A., Valencia, N., & Vega, N. (2010). Flora y vegetación de suelos crioturbados y hábitats asociados en la Cordillera Blanca, Ancash, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 17(1), 95–103. <https://doi.org/10.15381/rpb.v17i1.56>

CDB. (1992). Convenio sobre la diversidad biológica naciones unidas 1992.

CDC-UNALM. (2002). Informe: Identificación de sitios prioritarios para la conservación en la ecorregión Yungas Peruanas (Perú). Proyecto GE-UNEP GF/1010–00–14 “Catalizando acciones de conservación en América Latina. Identificación de Sitios prioritarios y las mejores altern. In *Centro de Datos para la Conservación–Universidad Nacional Agraria La Molina* (p. 84 p.). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Ceballos, I. (1970). Los Pisos Zoogeográficos del Departamento del Cuzco. In *Publicaciones del departamento académico de zoología y entomología* (pp. 2–27).

CIPCA. (1998). *Manejo y Conservación de Praderas Nativas*. Producido por el Apoyo de INTERMON.

CNUMAD. (1992). Declaración de Río sobre el medio ambiente y el desarrollo. In *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. <https://doi.org/10.32418/rfs.1993.189.2810>

- Cochran, W. (1977). Sampling Technics. *John Wiley y Sons, Third Edit*, 442.
- Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*, 20(1), 37-46 ST-A coefficient of agreement for nominal. <http://epm.sagepub.com>
- Comiskey, J. A., Campbell, P. J., Alonso, A., Mistry, S., Dallmeier, F., Nuñez, P., Beltran, H., Baldeon, S., Willian, N., De la Colina, R., Acurio, L., & Udvardy, S. (2001). Urubamba: The Biodiversity of a Peruvian Rainforest, SI/MAB. In *Smithsonian Institution*.
- Concha Niño de Guzmán, R. (2015). Paisajes y geofomas glaciares y periglaciares en los andes del Perú. *Instituto Geológico Minero y Matalúrgico - Dirección de Geología Ambiental y Riego Geológico*, 32–35.
- Farfan-Rios, W., Garcia-Cabrera, K., Salinas, N., Raurau-Quisiyupanqui, M. N., & Silman, M. R. (2015). Lista anotada de árboles y afines en los bosques montanos del sureste peruano: la importancia de seguir recolectando. *Revista Peruana de Biología*, 22(2), 145. <https://doi.org/10.15381/rpb.v22i2.11351>
- Farfan Rios, W., García Cabrera, K., Salinas, N., Raurau-Quisiyupanqui, M. N., & Silman, M. R. (2015). Lista anotada de árboles y afines en los bosques montanos del sureste peruano: la importancia de seguir recolectando. *Revista Peruana de Biología*, 22(2), 145–174. <https://doi.org/10.15381/rpb.v22i2.11351>
- Galiano, W. H., Willians, R., Latorre, J. P., Nuñez, M. P., Farfan, J., Pumachapi, A., & Luza, M. A. (2013). Conservación de la biodiversidad de Bosques tropicales altoandinos de T'asta Escallonia myrtilliodes vat. myrtilloides (Escalloniaceae), en la cordillera Vilcabamba, Antan Cusco. *Ministerio Del Ambiente. Dirección General de Investigación e Información Ambiental*, 1–8.
- Galiano, W., Morales, T., Paz, E., & Tupayachi, A. (2015). Briófitos epífitos asociados al Bosque Alto andino de Polylepis en Yanacocha, Urubamba, Cusco-Perú. *Universidad Nacional San Antonio Abad Del Cusco*.
- González, E., Carrillo, V., & Peñaherrera, C. (2004). Características físicas y químicas del embalse Agua Fría (Parque Nacional Macarao, Estado Miranda, Venezuela). *Acta Científica Venezolana. Ecología*, 55(July), 225–236. https://www.researchgate.net/publication/28097424_Caracteristicas_fisicas_y_quimicas_del_embalse_Agua_Fria_Parque_Nacional_Macarao_Estado_Miranda_Venezuela
- GRCUSCO. (2012). Memoria Descriptiva del Mapa de Zonas de vida del Departamento de Cusco.pdf. Proyecto: Fortalecimiento Del Desarrollo de Capacidades de Ordenamiento Territorial En La Región Cusco, Gobierno Regional Cusco.
- GRCUSCO. (2013). Memoria Descriptiva del Mapa de fisiografía del departamento de Cusco. Proyecto: Fortalecimiento Del Desarrollo de Capacidades de Ordenamiento Territorial En La Región Cusco, Gobierno Regional Cusco.
- GRCUSCO. (2016a). Memoria Descriptiva de Cobertura Vegetal del Departamento de Cusco. Proyecto Fortalecimiento Del Desarrollo de Capacidades En Ordenamiento Territorial En La Region Cusco, Gobierno Regional Cusco.
- GRCUSCO. (2016b). Memoria descriptiva de Sistemas Ecologicos de la Región Cusco. Proyecto: Fortalecimiento Del Desarrollo de Capacidades de Ordenamiento Territorial En La Región Cusco, Gobierno Regional Cusco.
- GRCUSCO. (2016c). Memoria Descriptiva del Mapa Base del Departamento de Cusco. Proyecto Fortalecimiento Del Desarrollo de Capacidades En Ordenamiento Territorial En La Region Cusco, Gobierno Regional Cusco., 2016.

GRCUSCO. (2016d). Memoria descriptiva del Mapa de Uso Actual de Suelos de la Región Cusco. Proyecto Fortalecimiento Del Desarrollo de Capacidades En Ordenamiento Territorial En La Region Cusco, Gobierno Regional Cusco.

Guardamina, L., & Drenkhan, F. (2014). Evolución y pontencial amenaza de lagunas glaciares en la cordillera de Vilcabamba (Cusco y Apurímac, Perú) entre 1991 y 2014. *Revista de Glaciares y Ecosistemas de Montaña. MIANM*.

Guariguata, M., Arce, J., Ammour, T., & Capella, J. (2017). *Las plantaciones forestales en Perú: reflexiones, estatus social y perspectivas a futuro* (Documental). https://www.cifor.org/publications/pdf_files/OccPapers/OP-169.pdf

Honorio, E. N., Pennington, T. R., Freitas, L. A., Nebel, G., & Baker, T. R. (2008). Análisis de la composición florística de los bosques de Jenaro Herrera, Loreto, Perú -Analysis of the floristic composition of the forests of Jenaro Herrera, Loreto, Peru. *Rev. Peru. Biol.*, 15(1), 53–60.

Huaman Qquellon, V. (2004). Distribución altitudinal de las Ericáceas en el bosque nublado de Trocha Unión – Reserva Biosfera de Manú. In *Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco*.

Huamantupa-Chuquimaco, I., Luza-Victorio, M. A., Linares-Palomino, R., & Molleapaza-Arispe, E. (2017). Woody plant diversity in seasonally dry tropical forests of Urubamba basin, a threatened biodiversity hotspot in Southern Peru. *Tropical Ecology*, 58(3), 555–571.

IGN. (2005). Especificaciones Técnicas para la Produccion de Mapas Topograficos a escala de 1/50,000.

IMA. (2009). Zonificación Ecológica Económica de la Región Cusco.

INRENA. (1995). Mapa Ecologico del Perú. Guia Explicativa y mapa (Actualizacion y reimpression del mismo elaborado por ONERN. 1976). Instituto Nacional de Recursos Naturales.

Josse, C., Navarro, G., Encarnación, F., Tovar, A., Comer, P., Ferreira, W., & Rodriguez, J. (2007). *Sistemas Ecológicos de la cuenca Amazonica de Perú y Bolivia*.

Kawasaki, L., & Holst, B. K. (2006). Myrtaceae endémicas del Perú. In *El libro rojo de las plantas endemias del Perú. Revista Peruana de Biología* (Vol. 13, Issue 2).

Kessler, M. (2006). Bosques de Polylepis. *Botánica Económica de Los Andes Centrales*, 110–120. <http://www.beisa.dk/Publications/BEISA Book pdfer/Capitulo 07.pdf>

Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*, 33(1), 159–174.

Laterra, P. (2003). Desde el paspaletum: bases ecológicas para el manejo de pajonales húmedos con quemas prescriptas. *Fuego En Los Ecosistemas Argentinos. Edit. C, Kunst, Cap, 9*(JANUARY), 93–109. <https://doi.org/10.1210/me.2012-1033>

Linares-Palomino, R. (2006). Phytogeography and Floristics of Seasonally Dry Forests in Peru. En Pennington, R. T., Lewis, G. P. & Ratter, J. A. (eds.) *Neotropical savannas and Seasonally Dry Forests: Plant Diversity, Biogeography and conservation*, pp. 257-279. CR.

Lopez Herrera, M. c. (2019). Composicion floristica y diversidad de los bosques de la microcuenca de Cotabana distrito de Huanquite provincia de Paruro Región Cusco. *Tesis Universidad Nacional San Antonio Abad Del Cusco*, 8(5), 55.

- Machaca Centty, J., Montesinos, F. A., Lizarraga, J. C., Ocsa, E., Quispe, F., & Quiroz, G. F. (2010). Los Tolares de la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca. In *Diversidad biológica de la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca. Arequipa-Moquegua* (Issue April 2010).
- Malleux, J. (1975). *Mapa Forestal del Perú y memoria descriptiva*. Departamento de Manejo Forestal, Universidad Nacional Agraria La Molina.
- MDP. (2019). Cobertura Vegetal. Memoria descriptiva.
- Mendoza, W. (2005). Especie nueva de *Polylepis* (Rosaceae) de la cordillera Vilcabamba (Cusco, Perú). *Revista Peruana de Biología*, 12(1), 103–106. <https://doi.org/10.15381/rpb.v12i1.2364>
- Mendoza, W., & Cano, A. (2011). Diversidad del género *Polylepis* (Rosaceae, Sanguisorbeae) en los Andes peruanos. *Revista Peruana de Biología*, 18(2), 197–200. <https://doi.org/10.15381/rpb.v18i2.228>
- Mendoza, W., Delgado, A., Dias, G., Fernandez-Baca, N., Vega, D., & Cano, A. (2014). Caracterización y servicios ecosistémicos del pacal de bosque amazónico en el bajo Urubamba, Cusco, Perú. *Programa de Monitoreo de Biodiversidad En Camisea (PMB)*.
- MINAGRI. (2008). Plan Nacional de Promoción del Bambu 2008-2020 (Vol. 2).
- MINAM. (2015). Mapa Nacional de Cobertura Vegetal. Memoria descriptiva. In TIPSAL S. A. C. (Ed.), *Ministerio del Ambiente* (1st ed.).
- MINAM. (2019a). *Definiciones Conceptuales de los Ecosistemas del Perú*. <http://www.ambiente.gob.ec/el-ministerio/>
- MINAM. (2019b). Definiciones Conceptuales de los Ecosistemas del Perú. In MINAM (Ed.), *Ministerio del Ambiente*.
- MINAM. (2019c). *Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú - Memoria Descriptiva* (Ministerio del Ambiente (ed.)). <https://sinia.minam.gob.pe/mapas/mapa-nacional-ecosistemas-peru>
- Mittermeier, R. A., & Thomsen, J. B. (1997). The Cordillera del Cóndor Region of Ecuador and Peru: Biological Assessment. In *RAP Working Papers*.
- NatureServe. (2009). Sistemas ecológicos de los Andes del Norte y Centro : Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. Internacional Ecological Classification Standard: Terrestrial Ecological Classifications. *Sistemas Ecológicos de Los Andes Del Norte y Centro*.
- Olivier, J., & Poncy, O. (2009). A taxonomical revision of *Guadua weberbaueri* Pilg. and *Guadua sarcocarpa* Londoño & P. M. Peterson (Poaceae). *Candollea*, 64(2), 171–178.
- Olofsson, P., Foody, G. M., Herold, M., Stehman, S. V., Woodcock, C. E., & Wulder, M. A. (2014). Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change. *Remote Sensing of Environment*, 148, 42–57. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.02.015>
- ONERN. (1964). Reconocimiento de los recursos Raturales del Curso Medio del Río Urubamba. Instituto Nacional de Planificación.
- ONERN. (1967). Estudio del Potencial de los Recusos Naturales de la Zona del Rio Camisea.
- ONERN. (1976). *Mapa Ecologico del Perú. Guia explicativa*. Oficina Nacional de Evaluacion de Regursos Naturales.

- ONU-PERU. (2021). Marco de Cooperación para el Desarrollo Sostenible 2022 - 2026. Naciones Unidas Perú.
- ONU. (1972). Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano. In *Organización de la Naciones Unidas*.
- ONU. (1973). Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. In *Organización de la Naciones Unidas*.
- ONU. (1979). Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres. In *Organización de la Naciones Unidas* (Issue October).
- ONU. (1982). Carta mundial de la naturaleza. In *Resolución 37/7, el 28 de*.
- ONU. (1992a). Convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático. In *Organización de la Naciones Unidas* (Vol. 62301).
- ONU. (1992b). Convenio sobre la diversidad biológica.
- ONU. (1994). Convencion Internacional de Lucha Contra la Desertificacion en los Paises Afectados por Sequia Grave o Desertificacion, en particular en Africa. In *Asamblea general de Naciones Unidas*.
- Parolin, P. (2002). Bosques inundados en la Amazonia Central: su aprovechamiento actual y potencial. *Ecología Aplicada-Universidad Nacional Agraria La Molina*, 1(1-2), 111. <https://doi.org/10.21704/rea.v1i1-2.238>
- Pennigton, T. R., Prado, D. E., & Pendry, C. A. (2000). Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes R. *Biogeography*, 27, 261-273.
- PNUD. (2015). *LOS ODS EN ACCION*. ¿Qué Son Los Objetivos de Desarrollo Sostenible?
- PNUMA. (2011). Protocolo de Nagoya sobre acceso a los recursos genéticos y participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de su utilización al Convenio sobre la diversidad biológica. In Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (Ed.), *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*.
- Presidente de la República. (2015, January). D.S. N° 004-2015-MINAM Aprueban la Estrategia Nacional de Humedales. *Diario Oficial El Peruano*, 55.
- RAMSAR. (1971). Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas. *Tetrahedron Letters*, 1-6.
- Reynel, C., Pennington, T. R., & Sarkinen, T. (2013). *Cómo se Formó la Diversidad Ecológica del Perú*. 412.
- Rodriguez, L. O. (1996). Diversidad biológica del Perú: zonas prioritarias para su conservación. GTZ-INRENA.
- Saji Saire, M. (2014). Diversidad de musgos epifitos (Bryophyta) en bosques de polylepis (Rosaceae) en las localidades de Canchacancha, Contokayku, K'elloq'ocha y Manthanay, Cordillera del Vilcanota - Cusco. *Tesis de Pregrado, Universidad Nacional San Antonio Abad Del Cusco*.
- Sánchez, J. M. (2016). Análisis de Calidad Cartográfica Mediante el Estudio de la Matriz de Confusión. *Pensamiento Matemático*, VI(2174-0410), 9-26.
- SERFOR. (2021). Estrategia para la promoción de plantaciones forestales comerciales 2021 - 2025. *MIDAGRI*, 4(1-114), 6.
- Serrada, R. (2011). Apuntes de Selvicultura. *Universidad Politécnica de Madrid*, 490.

Servat, G. P., Mendoza, W., & Ochoa, J. a. (2002). Flora y fauna d ecuanthro bosques de Polylepis (Rosaceae) en la cordillera del Vilcanota (Cusco, Perú). *Ecología Aplicada*, 1(1), 25–35.

Talabera, E., & Zeballos, M. (1996). Composición florística de los tolares de la provincia de Caylloma (Ireca.).

Tovar, A., Tovar, C., Saito, J., Soto, A., Regal, F., Cruz, Z., Véliz, C., Vásquez, P., & Rivera, G. (2010). Yungas peruanas – Bosques montanos de la vertiente oriental de los Andes del Perú: una perspectiva ecorregional de conservación. *Universidad Nacional Agraria La Molina*, 151.

Tupayachi H., A. (2005). Flora de la Cordillera del Vilcanota. *Arnaldoa*, 12(1–2), 126–144.

Vadillo, G., Suni, M., & Cano, A. (2004). Viabilidad y germinación de semillas de *Puya raimondii* Harms (Bromeliaceae). *Revista Peruana de Biología*, 11(1), 71–78. <https://doi.org/10.15381/rpb.v11i1.2435>

Weberbauer, A. (1945). *El mundo vegetal de los andes peruanos. Estudio fitogeográfico*. Edit. Lumen. Ministerio de Agricultura.

Zamora, C. (1996). Mapa de las Ecorregiones. In L. O. Rodríguez (Ed.), *Diversidad biológica del Perú : zonas prioritarias para su conservación*. GTZ-INRENA.

Zárate, R., Mori, T. J., & Maco, J. T. (2013). Estructura y Composición Florística de las Comunidades Vegetales del Ámbito de la Carretera Iquitos-Nauta, Loreto-Perú. *Folia Amazónica*, 22(1–2), 77. <https://doi.org/10.24841/fa.v22i1-2.50>

12 ANEXOS

Anexo 1 Relación de fuentes de información recopilada.

Autor o proyecto	Año	Título	Lugar	Datos
Instituto de bien común (IBC) DMERNT DEL MINAM	2018	Colección de mapas anuales sobre el uso de la tierra y sus cambios a diferentes escalas	Nacional	Colección de mapas anuales sobre el uso de la tierra y sus cambios a diferentes escalas
Google earth engine	2018	Herramientas de la plataforma Google earth engine	Mundial	Generar mosaicos de imágenes satelitales
Nature serve	2009	Ecosistemas Andes, Norte y Centro: Memoria técnica	Sudamérica	Mapas con los sistemas ecológicos
Fortalecimiento del desarrollo de capacidades en Ordenamiento Territorial en la región Cusco	2012	Expediente técnico regional Cusco: Ecología y biogeografía de la región Cusco.	Cusco	Cartografía SIG de cobertura vegetal
	2016	Expedientes técnicos	Cusco	Cartografía de SIG de cobertura vegetal
MapBiomias	1985-2018	Colección de mapas de cobertura		La Colección 2 de MapBiomias Amazonía incluye datos anuales de cobertura y uso del suelo para el periodo de 1985 al 2018.
MIDAGRI	2020	Colección de mapas de cobertura		Mapa nacional de superficie agrícola del Perú: provincial, distrital y sector https://siea.midagri.gob.pe/portal/index.php/normas
Geoservidor MINAM		Plataforma tecnológica con información geoespacial	Nacional	Potencialidades naturales, ecosistemas, cobertura y uso de tierra, zonas de riesgos, áreas degradadas.
Geobosque MINAM		Plataforma de monitoreo de cambios sobre la cobertura de los bosques.	Nacional	Plataforma de monitoreo de cambios sobre la cobertura de los bosques.
Geoservidor SERNANP		Información geográfica de áreas naturales protegidas.	Nacional	Mapas de ANPs, por departamentos.



Anexo 2 Relación de Artículos, tesis y otras fuentes de información.

Autor	Año	Tipo	Título	Lugar	Categoría	Datos
Chávez W. & Olazábal O.	2001	Artículo	Situación del bosque de Queuña-cocha Ollantaytambo, Cusco	Ollantaytambo Urubamba	Ecosistema	48°48' L.S. y 72°10'38" W. bosque de queuña y rodal. 4620 m
Mendoza W.	2005	Artículo	Especie nueva de <i>Polylepis</i> de la Cordillera de Vilcabamba	La Convención	Ecosistema	12°30'S, 74°30'W 3400 m, <i>Polylepis canoi</i>
Huamantupa et al.	2017	Artículo	Woody plant diversity in seasonally dry tropical forests of Urubamba basin, a threatened biodiversity hotspot in southern Perú.	La Convención	Ecosistema	720 y 1 550 m s. n. m.
ABERG (Farfan Ríos 2020)	2015	Base de datos	Base de datos de especies arbóreas de Puna y selva	Pillcopata, Paucartambo	Ecosistema	Abundancia de especies arbóreas de Parcelas permanentes a diferentes altitudes de 425 hasta los 3600
Farfan Ríos et al.	2015	Artículo	Lista anotada de árboles y afines en los bosques montanos del sureste: la importancia de seguir recolectando.	Pillcopata, Paucartambo	Ecosistema	especies arbóreas de Parcelas permanentes a diferentes altitudes
Caceres Choque Alex Ivan	2015	Tesis	Determinación de la representatividad biológica de la ornitofauna en ecosistemas acuáticos y terrestres relacionados con un sector del río Salado, Espinar-Cusco para los meses diciembre 2013 y agosto 2014	Ollantaytambo Urubamba	Ecosistema	UTM WGS84 N 8354161, E 257144, 3940 m s. n. m.. Río Salado, Especies de aves acuáticas relacionadas a hábitat acuático
Torres D. W.	2014	Artículo	Evaluación de la confiabilidad temática del mapa de sistemas ecológicos del santuario histórico de Machupicchu	Ollantaytambo Urubamba	Ecosistema	Sistemas ecológicos de Machupicchu imágenes
Mendoza w.	2014	Poster	Programa de Monitoreo de Biodiversidad en Camisea	Cusco		Caracterización y servicios ecosistémicos del Pacal de bosque Amazónico en el bajo Urubamba, Cusco, Perú
Aragón I. & Chuspe M.	2018	Libro digital	Ecología geográfica del Cusco	Cusco	Ecosistema	53 sistemas ecológicos de la región Cusco
SERFOR	2018	Libro digital	Fauna Silvestre amenazada del Perú Libro rojo	Zonas de Cusco	Ecosistema	Menciona las localidades y altura de especies sensibles de la región Cusco
Servat G. Mendoza W. Ochoa J.A.	2002	Artículo	FLORA Y FAUNA DE CUATRO BOSQUES DE <i>Polylepis</i> (ROSACEAE) EN LA	Pumahuanca, Chicon, Topsan, Huaran,	Ecosistema	13o13'S, 72o2'O, 4050-4150m; 13o16' S, 72o3'O, 3800-4200m; 13o12'S, 72o5'O, 4110m, 13o11'S, 72o13'O, 3812m,



Autor	Año	Tipo	Título	Lugar	Categoría	Datos
			CORDILLERA DEL VILCANOTA (CUSCO, PERU).	Huayocari, Calca y Urubamba		
Quispe N.	2017	Tesis	Evaluación temporal de los servicios ambientales en la cuenca del río Pumahuanca, Cusco.	Río Pumahuanca, Urubamba	Ecosistema	entre 2835 y 5130 altitud.
Díaz F. E.	2011	Tesis	2011_Distribución altitudinal de psilidos (HEMIPTERA) en relictos de <i>Polylepis</i> (Rosales) en la Microcuenca de Pumamarca, San Sebastián-Cusco.	San Sebastián	Ecosistema	Coordenadas y lugares de bosques de <i>Polylepis</i> y localidades
Mendoza W. & Cano A.	2011	Tesis	Diversidad del género <i>Polylepis</i> (Rosaceae, Sanguisorbeae) en los Andes Peruanos.		Ecosistema	Coordenadas y lugares de bosques de <i>Polylepis</i> y localidades
Cabrera D. L. & Cruz Q. R.	2012	Tesis	Evaluación de la población de aves en un fragmento de bosque de <i>Polylepis sp</i> en dos épocas estacionales (lluvias-secas) en el sector de Kellora, (Colcha, Paruro)	Paruro	Ecosistema	Coordenadas y lugares de bosques de <i>Polylepis</i> y localidades
Puma V. B.	2012	Tesis	Respiración foliar de <i>Eucalyptus globulus</i> y <i>Polylepis racemosa</i> en el valle del Cusco	Cusco	Ecosistema	Coordenadas y lugares de bosques de <i>Polylepis</i> y localidades
Hurtado C. L.	2014	Tesis	Análisis de la heterogeneidad ambiental a pequeña escala y el patrón espacial de <i>Polylepis</i> en el área de Conservación Privada Mantamay, Urubamba. Cusco.	Urubamba	Ecosistema	Coordenadas y lugares de bosques de <i>Polylepis</i> y localidades



Anexo 3 Relación de Información recopilada de instituciones.

AUTOR O PROYECTO	AÑO	TITULO	LUGAR	CATEGORIA	DATOS
Dirección regional de Agricultura Cusco-DRAC	2010-2019	Base de datos (excel)	Cusco	Áreas degradadas	Base de datos con información de las áreas utilizadas en agricultura y tipos de cultivo en la región
Fortalecimiento del desarrollo de capacidades en Ordenamiento Territorial en la región Cusco	2012	Expediente técnico regional Cusco: Ecología y biogeografía de la región Cusco.	Cusco	Ecosistemas	Cartografía SIG de cobertura vegetal
	2016	Expedientes técnicos	Cusco	Ecosistemas	Cartografía de SIG de cobertura vegetal
Instituto de bien común (IBC) DMERNT DEL MINAM		Colección de mapas anuales sobre el uso de la tierra y sus cambios a diferentes escalas	Nacional	Áreas degradadas	Colección de mapas anuales sobre le uso de la tierra y sus cambios a diferentes escalas
Nature serve	2009	Ecosistemas Andes, Norte y Centro: Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela	Sudamérica	Ecosistemas	Describe más de 100 sistemas ecológicos
Nature serve		Atlas de los Andes del Norte y Centro I	Sudamérica	Ecosistemas	Conceptos y definiciones de términos
Nature serve	2009	Atlas de los Andes del Norte y Centro II	Sudamérica	Ecosistemas	
ONERN (Oficina nacional de evaluación de recursos naturales)	1967	Estudio del potencial de los recursos naturales de la zona del Río Camisea	La Convención	Ecosistemas	11°40' y 12°00' de latitud Sur y los 72°20 y 73°05' Longitud Oeste.
Serie IIAP - BIODAMAZ	2012	Diversidad de vegetación de la Amazonia peruana expresada en un mosaico de imágenes satélite	La Convención	Ecosistemas	
Serie IIAP - BIODAMAZ	2014	Aportes al conocimiento y gestión de la diversidad biológica de la Amazonia peruana	La Convención	Ecosistemas	
Tovar et al. Centro de datos para la conservación del a U. La Molina	2010	Yungas peruanas- Bosques montanos de la vertiente oriental de los Andes del Perú: Una perspectiva ecorregional de conservación.		Ecosistemas	
MINAM	2018	Definiciones conceptuales de los ecosistemas del Perú	Nacional	Ecosistemas	Memoria descriptiva
MINAM	2015	Mapa Nacional de Cobertura vegetal	Nacional	Ecosistemas y áreas degradadas	Memoria descriptiva
MINAM		Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú	Nacional	Ecosistemas	Memoria descriptiva





Gobierno Regional
Cusco

Gerencia Regional de Recursos
Naturales y Gestión Ambiental

Anexo 4 Llenado de la Ficha de Validación para los Ecosistemas.



GOBIERNO REGIONAL CUSCO
GERENCIA REGIONAL DE RECURSOS NATURALES Y GESTION DEL MEDIO AMBIENTE



FICHA DE REGISTRO DE VALIDACIÓN DE ECOSISTEMAS							
N° de Ficha:	Fecha: 07/07/2021	Codigo punto: EADC_001	Responsable: José Kala, Yolina Pelaez, Rosalbina Butroñ				
Provincia: Canchis	Distrito: Marangani		Comunidad/sector/anexo: Pulpera				
Poblado cercano: Occobamba.	Accesibilidad		Carretera: X	Trocha: X	Rio:	Caminata: X	
Estacionalidad (Epoca de la Toma): Seca							
Coordenadas UTM WGS84	Norte: 8400057	Este: 282364	Zona: 19L		Altitud: 4321		
Ecosistema Identificado: Bo forestal							
Region Natural: Andino							
Formacion Vegetal: Herbacea							
Especies indicadoras o representativas de la vegetación: Distichia muscardes, Werneria pygmaea, Centauro sidi folio, Oorisia muscosa, Bartsia pedicularoides, lachmilla diptophylla, calamagrostis eminens, plantago tubulosa, Oritrophium limnophilum, cuatricasasiella isernii, cotula mexicana, phyllis cypripus sp, junca s stipulata, calamagrostis ovata.							
***Observaciones y descripción del entorno: Presencia de degradación de los glaciares por el retroceso, escasa recarga hídrica. Area reservada para conservación de vicuñas. Cicatrices de quemas recientes							
Coordenada de las Fotos	Norte: 8400051	Este: 282366	Zona: 19L		Altitud: 4321		
Toma fotografica en el punto de verificación, a continuación indicar el numero o nombre del archivo en la orientación correspondiente:							
Norte: DSC_0826 (N)				Este: DSC_0831 (E)			
Sur: DSC_0833 (S)				Oeste: DSC_0828 (O)			
**Direccion de toma, angulo en Grados:							
Numero de Fotos: 1 (DSC_0835)							

** En caso de dificultad de acceso al punto de muestreo, se registrara una fotografia de la zona donde se encuentra el punto (via, rio o camino mas cercano)

*** Describir si en el entorno del ecosistema hay actividad antropica o limitaciones para acceder al punto







Gobierno Regional
Cusco

Gerencia Regional de Recursos
Naturales y Gestión Ambiental

Anexo 5 Modelo de Ficha de campo, para levantamiento de Información.

 GOBIERNO REGIONAL CUSCO GERENCIA REGIONAL DE RECURSOS NATURALES Y GESTION DEL MEDIO AMBIENTE 							
FICHA DE REGISTRO DE VALIDACIÓN DE ECOSISTEMAS							
N° de Ficha:	Fecha:	Codigo punto:	Responsable:				
Provincia:		Distrito:		Comunidad/sector/anexo:			
Poblado cercano:		Accesibilidad		Carretera:	Trocha:	Rio:	Caminata:
Estacionalidad (Epoca de la Toma):							
Coordenadas UTM WGS84	Norte:	Este:	Zona:	Altitud:			
Ecosistema Identificado:							
Region Natural:							
Formacion Vegetal:							
Especies indicadoras o representativas de la vegetación:							
***Observaciones y descripcion del entorno:							
Coordenada de las Fotos	Norte:	Este:	Zona:	Altitud:			
Toma fotografica en el punto de verificación, a continuación indicar el numero o nombre del archivo en la orientacion correspondiente:							
Norte:			Este:				
Sur:			Oeste:				
**Direccion de toma, angulo en Grados:							
Numero de Fotos:							
** En caso de dificultad de acceso al punto de muestreo, se registrara una fotografia de la zona donde se encuentra el punto (via, rio o camino mas cercano)							
*** Describir si en el entorno del ecosistema hay actividad antropica o limitaciones para acceder al punto							



Anexo 6 Panel fotográfico de validación en campo

Ecosistema: Zona periglacial y glaciar, en Abra Jahuaycate, Pitumarca -Quispicanchis.



Werneria staffordiae



Phalcoboenus megalopterus
"caracara andino"

Ecosistema: Bofedal, en Abra Pirhuayani, Ocongate – Quispicanchis.



Distichia muscoides



Lophonetta specularioides "pato creston"

Ecosistema: Bosque altimontano de Yunga, en Chaquimayo, Huayopata - La Convención.



Ericaceae



Cyathea sp

Ecosistema: Río, en río Cachin, Lares – Calca



Serpophaga cinerea "moscarea de los torrentes"



Gobierno Regional
Cusco

Gerencia Regional de Recursos
Naturales y Gestión Ambiental

