



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

# DIAGNÓSTICO DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

**en la cuenca del río Chillón**  
para la implementación de un  
Mecanismo de Retribución por  
Servicios Ecosistémicos:

Dirección General de Economía  
y Financiamiento Ambiental





PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

# **DIAGNÓSTICO DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS**

**en la cuenca del río Chillón  
para la implementación de un  
Mecanismo de Retribución por  
Servicios Ecosistémicos**

**Dirección General de Economía  
y Financiamiento Ambiental**

**Diagnóstico de servicios ecosistémicos en la cuenca del río Chillón  
para la implementación de un Mecanismo de Retribución por  
Servicios Ecosistémicos:**

Autor: Ministerio del Ambiente  
Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales  
Dirección General de Economía y Financiamiento Ambiental

Editado por:  
© Ministerio del Ambiente  
Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales  
Dirección General de Economía y Financiamiento Ambiental  
Av. Antonio Miroquesada n.º 425, Magdalena del Mar, Lima, Perú  
Imágenes: © Ministerio del Ambiente  
Primera edición, febrero 2020

# ÍNDICE

<b>I.</b>	<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>Antecedentes</b>	<b>2</b>
<b>III.</b>	<b>Objetivos</b>	<b>3</b>
	3.1. Objetivo general	4
	3.2. Objetivos específicos	5
<b>IV.</b>	<b>Ámbito del estudio</b>	<b>6</b>
<b>V.</b>	<b>Metodología</b>	<b>7</b>
	5.1. Elaboración del mapa de ecosistemas	8
	5.2. Evaluación del estado de conservación de los ecosistemas	9
	5.2.1. Delimitación de sitios ecológicos	10
	5.2.2. Determinación de indicadores de conservación	11
	5.2.3. Diseño de muestreo	12
	5.2.4. Valoración del estado de conservación	13
	5.2.5. Mapa de estados de conservación	14
	5.3. Estudio hidrológico y servicio ecosistémico	15
	5.4. Análisis socioeconómico	16
<b>VI.</b>	<b>Resultados</b>	<b>17</b>
	6.1. Zonas de vida	18
	6.2. Ecosistemas y uso actual	19
	6.3. Estado de conservación de los ecosistemas altoandinos	20
	6.4. Estrategias para mejorar el estado de conservación de los ecosistemas	21
	6.5. Hidrología y servicio ecosistémico	22
	6.5.1. Clima	23
	6.5.2. Unidades hidrográficas	24
	6.5.3. Recurso hídrico	25
	6.5.4. Identificación del servicio ecosistémico hídrico	26
	6.5.5. Cuencas potenciales de recarga hídrica	27
	6.5.6. Beneficiarios y contribuyentes del servicio ecosistémico	28
	6.6. Análisis socioeconómico	29
<b>VII.</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones</b>	<b>30</b>
<b>VIII.</b>	<b>Bibliografía</b>	<b>31</b>

# 1.

# Introducción

El Ministerio del Ambiente, como organismo rector del sector ambiental que desarrolla, dirige, supervisa y ejecuta la política nacional del ambiente, ha establecido como uno de los objetivos estratégicos sectoriales 2017-2021, promover la sostenibilidad en el uso de la diversidad biológica y de los servicios ecosistémicos como activos de desarrollo del país.

En el marco del Plan Nacional de Acción Ambiental 2011-2021 y del lineamiento 6 para Crecimiento Verde, se vienen impulsando acciones en los ámbitos nacional, regional y local, orientadas a promover el crecimiento económico compatible con la conservación y el uso sostenible del capital natural, con el fin de mantener las funciones clave de los ecosistemas como fuente de servicios ecosistémicos y de diversidad biológica, de tal forma que se garantice su aprovechamiento por las generaciones presentes y futuras.

En esta línea, en el año 2014 se aprobó la Ley n.º 30215, Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos y su reglamento, mediante Decreto Supremo n.º 009-2016-MINAM, con el objetivo de promover, regular y supervisar los mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos que se derivan de acuerdos voluntarios que establecen acciones de conservación, recuperación y uso sostenible para asegurar la permanencia de los ecosistemas.

Los Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos (MERESE) son esquemas que buscan que los demandantes o beneficiarios de los servicios ecosistémicos, denominados retribuyentes, generen, canalicen, transfieran o inviertan recursos económicos que se orienten al desarrollo de actividades de conservación, recuperación y uso sostenible de las fuentes de servicios ecosistémicos, generando un aliciente para que se realicen dichas actividades. Las personas que realicen estas acciones serán los contribuyentes del servicio ecosistémico.

Para la implementación de los MERESE, uno de los elementos fundamentales es la situación actual en que se encuentran los ecosistemas y los servicios ecosistémicos que brindan, para esto es importante la identificación y caracterización del ecosistema, los servicios ecosistémicos y de los diferentes actores socioeconómicos en el ámbito de la cuenca objeto del estudio. En tal sentido, este diagnóstico permitirá contar con información estratégica de la cuenca del río Chillón (departamento de Lima), para la implementación de esquemas de MERESE, cuya finalidad es apoyar a la conservación de la biodiversidad y proporcionar servicios ecosistémicos a la población de la cuenca.



Foto: Castañeda /Forest Trends

# 2. Antecedentes

El Ministerio del Ambiente (MINAM), a través de la Dirección General de Economía y Financiamiento Ambiental<sup>1</sup>, acompañó el proceso para la promulgación de la Ley n.º 30215 que promueve los mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos, aprobada con fecha 29 de junio de 2014, instrumento que permite financiar actividades orientadas a la conservación, recuperación y uso sostenible de ecosistemas, fuente de servicios ecosistémicos, a través de acuerdos voluntarios entre contribuyentes<sup>2</sup> y retribuyentes<sup>3</sup>. A partir de ello, el MINAM inició la difusión y promoción de los MERESE en el ámbito nacional.

En el 2015, se aprobaron los Lineamientos de Inversión Pública en materia de Diversidad Biológica y Servicios Ecosistémicos y los Lineamientos para la Formulación de Proyectos de Inversión Pública en Diversidad Biológica y Servicios Ecosistémicos, a partir de una alianza entre el MINAM y el MEF, con el objetivo de definir los aspectos básicos a considerar en la formulación de proyectos en diversidad biológica y servicios ecosistémicos, que permitan revertir los procesos de su deterioro y posibiliten la implementación de adaptación al cambio climático.

En tal sentido, dichos instrumentos normativos han permitido orientar la formulación de los proyectos de inversión pública (PIP) en servicios ecosistémicos de las iniciativas de MERESE en donde interviene una entidad prestadora de

servicios de saneamiento (EPS), con la finalidad de utilizar los recursos que vienen siendo recaudados por este concepto.

A fines de 2015, con el apoyo del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), se identificó un total de 22 iniciativas de MERESE hídricos en el ámbito nacional, sumándose una más en el departamento de Huánuco, en el 2016.

A través del Decreto Supremo n.º 009-2016-MINAM, del 21 de julio de 2016, se aprobó el reglamento de la Ley de MERESE. Con el reglamento se garantiza y hace efectiva la promoción, regulación y supervisión en el diseño e implementación de los MERESE, para el establecimiento de acciones de conservación, recuperación y uso sostenible que aseguren la permanencia de los ecosistemas y de los beneficios que brindan.

Con el objetivo de promover la inversión en infraestructura natural<sup>4</sup>, el MINAM viene promoviendo el Eje Estratégico “Perú Natural”, para facilitar y promover la inversión en actividades de conservación, recuperación y uso sostenible del territorio, incluyendo sus ecosistemas que proveen servicios ecosistémicos, como por ejemplo el de provisión y regulación hídrica, mediante el desarrollo de instrumentos normativos, técnicos, promoción de espacios de coordinación, búsqueda de aliados y el fortalecimiento de capacidades.



1. Antes Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural (DGEVFPN).
2. Persona natural o jurídica, pública o privada, que mediante acciones técnicamente viables contribuye a la conservación, recuperación y uso sostenible de las fuentes de los servicios ecosistémicos.
3. Persona natural o jurídica, pública o privada, que, obteniendo un beneficio económico, social o ambiental retribuye a los contribuyentes por el servicio ecosistémico.
4. Red de espacios naturales que conservan los valores y las funciones de los ecosistemas naturales, que a su vez proveen servicios a la población y aseguran la sostenibilidad de la infraestructura física. Inversión en Infraestructura Natural. GIZ (2016)

# 3. Objetivos

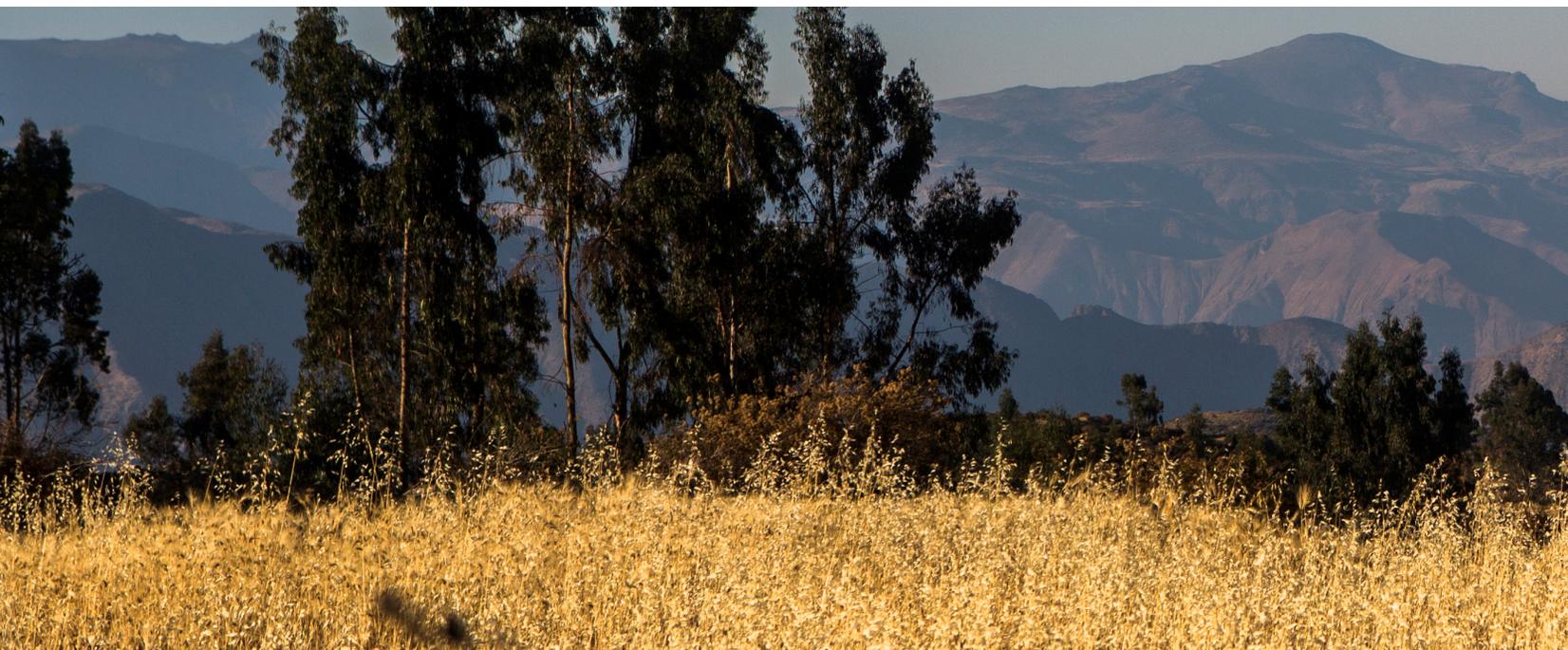
## 3.1. Objetivo general

Elaborar el diagnóstico biofísico y socioeconómico de la cuenca del río Chillón, con el fin de implementar un mecanismo de retribución por servicios ecosistémicos.

## 3.2. Objetivos específicos

- Identificar y caracterizar a los tipos de ecosistemas altoandinos de la cuenca del río Chillón.

- Evaluar el estado de conservación de los ecosistemas altoandinos de la cuenca del río Chillón.
- Proponer medidas para mejorar el estado de conservación de los ecosistemas altoandinos de la cuenca del río Chillón.
- Caracterizar la hidrología y el servicio ecosistémico de la cuenca del río Chillón.
- Identificar potenciales retribuyentes y contribuyentes del servicio ecosistémico hídrico del río Chillón.
- Realizar el análisis socioeconómico de la cuenca del río Chillón.



# 4.

## Ámbito del estudio

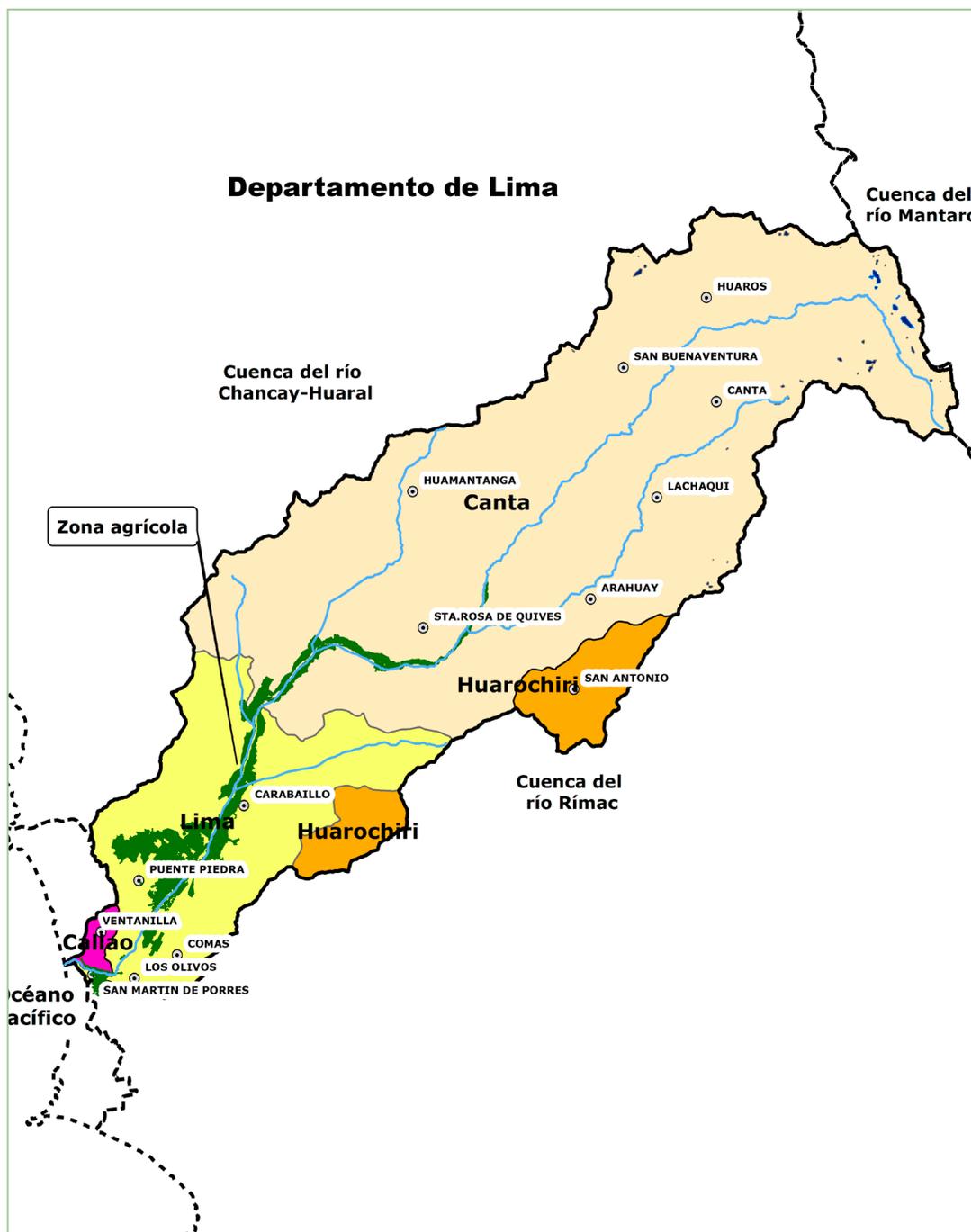
El estudio se desarrolló en el ámbito geográfico de la cuenca del río Chillón, ubicado en la vertiente del Pacífico, provincias de Lima y Canta, con una extensión de 2222 km<sup>2</sup>.

La cuenca del río Chillón limita por el sur con la cuenca del río Rímac, por el norte con la cuenca del río Chancay – Huaral, por el este con la cuenca del río Mantaro y por el oeste con el Océano Pacífico.

La cuenca comprende las provincias de Canta en un 72 % (distritos de Santa Rosa de Quives, Huamantanga, Arahua, Lachaqui, Canta, San Buenaventura y Huaros); de Lima en un 21 % (distritos de San Martín de Porres, Los Olivos, Comas, Puente Piedra y Carabaylo); de Huarochirí en 6 % (San Antonio) y del Callao en 1 % del total (distritos del Callao y Ventanilla) como se muestra en la figura n.º 1.



Figura n.º 1. Distritos que comprende la cuenca de río Chillón



Fuente: MINAM, 2017

# 5. Metodología

## 5.1. Elaboración del mapa de ecosistemas

### a. Preparación de la cartografía base digital

Se utilizaron las hojas de la carta nacional digital elaboradas por el Instituto Geográfico Nacional a escala 1:100 000, conteniendo la siguiente información: cuadrante, ríos, islas, lagos, lagunas, cerros, centros poblados, polígono urbano, cotas, curvas de nivel y carreteras, así como la red vial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones —elaborada en el año 2010— y la división departamental del Geoservidor del MINAM.

### b. Adquisición y procesamiento de imágenes satelitales

Se utilizaron un total de 8 imágenes de satélite del año 2015, de las cuales 5 imágenes fueron SPOT 6 y 3, cuya resolución espacial es de 2,5 m. Se complementó con imágenes de mayor resolución espacial como las del Google Earth,

las cuales se van actualizando progresivamente. Las imágenes de satélite SPOT del año 2015, que cubren la cuenca del río Chillón, fueron georreferenciadas y ortorrectificadas, en Proyección UTM, referidas a la Zona 18 y con el Datum WGS 84.

### c. Creación del archivo temático en ambiente SIG

Se generó un nuevo archivo en formato shapefile de entidades tipo polígono que contiene las unidades de cobertura vegetal. La base de datos interna fue actualizada con los atributos correspondientes a cada tipo de unidad, así como también se actualizaron los campos área, hectárea y perímetro.

### d. Leyenda del mapa de ecosistemas

Se elaboró la leyenda del mapa de ecosistemas, que consiste en listar los tipos posibles de ecosistemas que pueden existir en el área de estudio, basada en información secundaria. Para este caso se utilizó como insumo base el Mapa Nacional de Cobertura Vegetal (MINAM, 2015), a esto se adicionó la información obtenida durante el reconocimiento previo de campo.

### e. Proceso de mapeo

La escala de la interpretación o mapeo fue de 1:10 000, teniendo en cuenta que se contó con la disponibilidad de imágenes satelitales de alta resolución espacial y el nivel detallado del estudio de la cobertura vegetal. La unidad mínima de mapeo fue de 5 ha para las grandes unidades (como son los pastos naturales) y, de manera excepcional, de 1 ha, para determinados tipos de cobertura vegetal que resultan relevantes y de superficie reducida, como por ejemplo los bofedales. Se utilizó el programa informático ArcGIS versión 10.3 y equipos de cómputo.

### f. Verificación de campo

La verificación permite corroborar los límites geográficos del mapa de ecosistemas elaborado en gabinete basada en la cobertura vegetal y, al mismo tiempo, levantar información en puntos de control previamente establecidos con sus respectivas coordenadas UTM con el datum WGS 84.

En cada punto de control se registró información, tal como: coordenadas (X, Y), altitud sobre el nivel del mar, distancia del punto de referencia hacia el punto objetivo y el respectivo azimut. Asimismo, en un radio de 20 m se registraron las especies vegetales presentes en sus diferentes formas biológicas (árbol, arbusto, hierba, epífita, suculenta, entre otras).

## 5.2. Evaluación del estado de conservación de los ecosistemas

Para fines del presente estudio, solo se procedió a evaluar el estado de conservación de los ecosistemas ubicados en la región altoandina (mayores a 3800 m de altitud), para lo cual se utilizó la metodología propuesta en la Guía complementaria para la compensación ambiental: ecosistemas altoandinos, aprobada por Resolución Ministerial n.º 183-2016-MINAM.

Este proceso implicó desarrollar las siguientes actividades:

### 5.2.1. Delimitación de sitios ecológicos

Un sitio ecológico es un área que tiene cierto potencial para producir un determinado tipo de vegetación y que está determinada por varios factores, siendo los principales el clima y el suelo. Las precipitaciones pluviales probablemente sean el factor más influyente (Flórez, 2005; Lacey y Taylor, 2003, citados por Zarria, 2015).

La delimitación de sitios ecológicos involucró integrar información cartográfica de determinadas variables o factores biofísicos, en algunos casos basado en información secundaria y en otros

casos se generó información primaria. Una vez delimitados los pre-sitios se procedió a diseñar un esquema de muestreo.

Los factores o criterios utilizados para la determinación de los sitios ecológicos se describen a continuación:

**Factor vegetación**

Para fines del presente estudio, se consideró solo a la vegetación de la zona altoandina (mayor a 3800 m de altitud) debido a que, al estar ubicados en la cabecera de cuenca, contribuyen notablemente en la captación y el escurrimiento de la precipitación pluvial y por tanto se priorizó su evaluación, tales como:

- **Pajonal / Césped de puna**
- **Bofedal**
- **Periglaciar**

Cabe mencionar que la vegetación es considerada como el principal criterio o factor para diferenciar un sitio ecológico, sin embargo, este factor puede ser fácilmente manipulado por perturbaciones naturales o antrópicas y por lo tanto se debe tener en cuenta esta situación (Moseley et al., 2010, citado por Zarria (2015).

**Factor clima**

Para la determinación de las unidades climáticas se utilizó la información proveniente de las zonas de vida del Mapa Ecológico del Perú (ONERN, 1972), en razón de que estas resultan de la interpretación del diagrama bioclimático de Holdridge del mencionado mapa, en donde interaccionan los valores de temperatura media anual, precipitación total anual y evapotranspiración anual, resultando las provincias de humedad y las respectivas zonas de vida. Para el modelo de integración de los factores se utilizaron las siguientes zonas de vida existentes en la región altoandina (figura n.º 2):

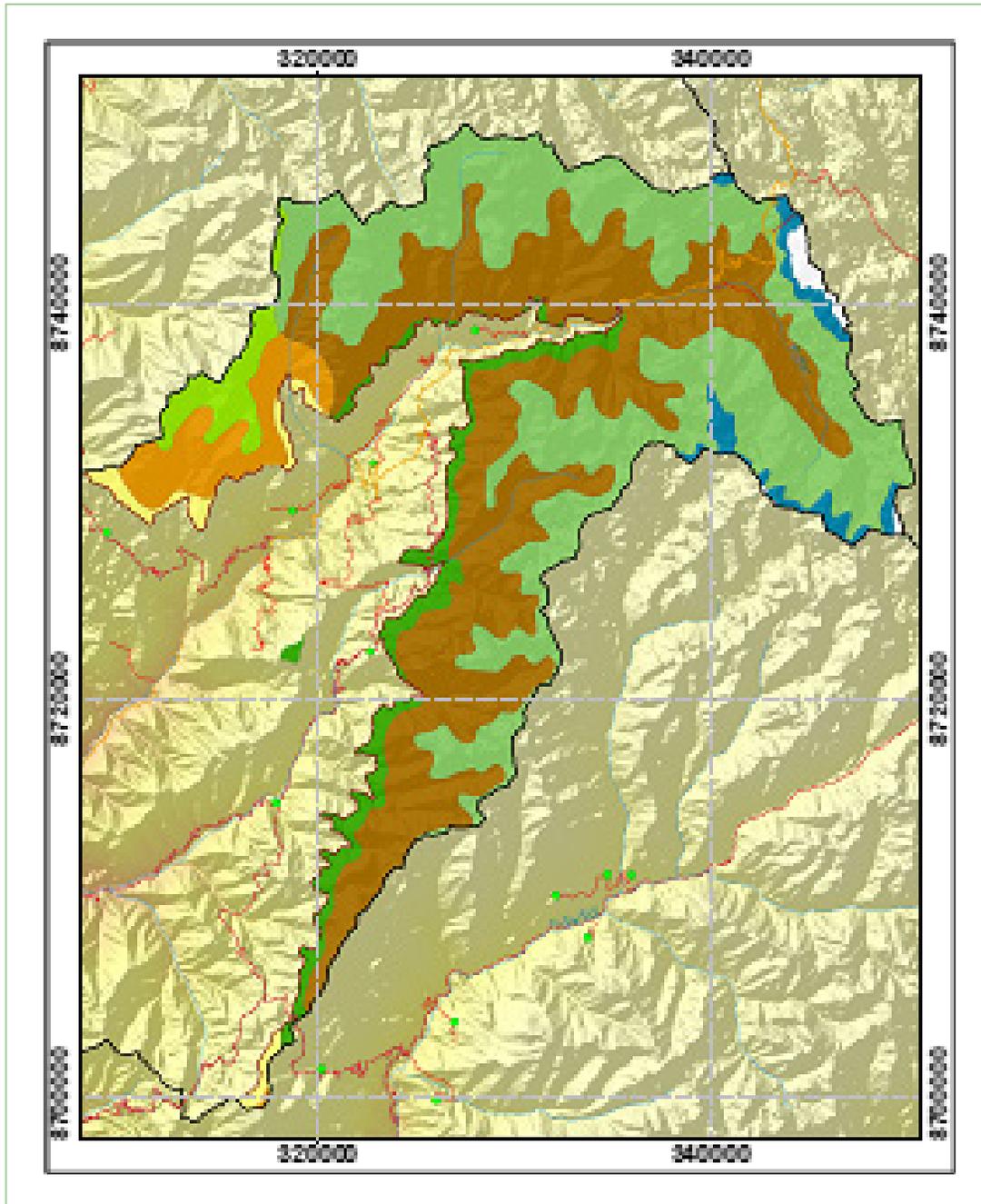
**Zona de vida**

- estepa – Montano Tropical
- bosque húmedo – Montano Tropical
- páramo húmedo – Subalpino Tropical
- páramo muy húmedo – Subalpino Tropical
- tundra pluvial – Alpina Tropical
- nival – Tropical Factor altitudinal

**Provincia de humedad**

- Subhúmedo
- Húmedo
- Húmedo
- Perhúmedo
- Superhúmedo

Figura n.º 2. Mapa de zonas de vida de la cuenca alta del río Chillón



Fuente: MINAM, 2018

**Factor altitudinal**

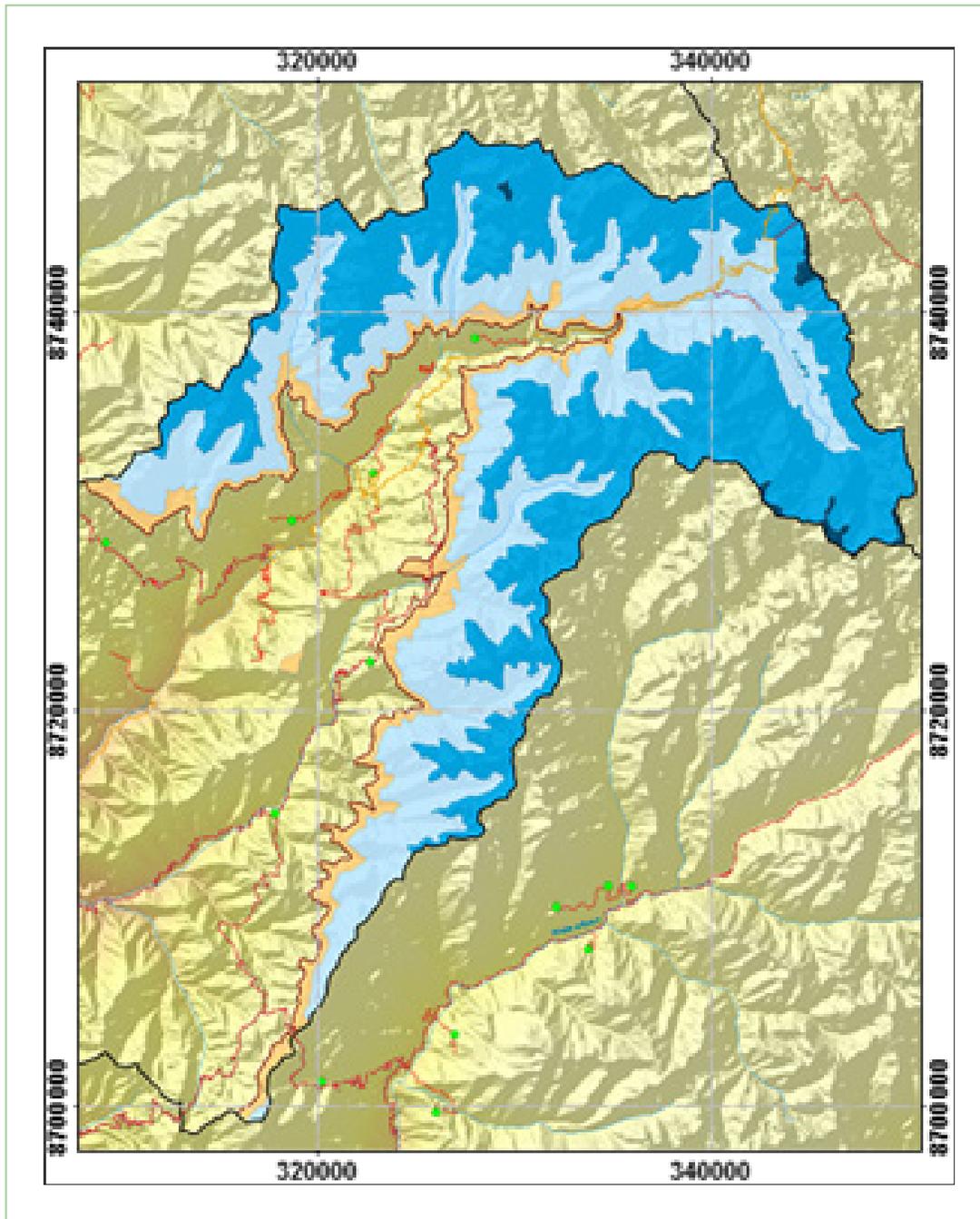
Para la elaboración de este mapa se utilizó el Modelo de Elevación digital ASTER 2011 de una resolución de 30 m, determinando pisos altitudinales o ecológicos relacionadas con las zonas de vida y su respectiva provincia de humedad, tal como se muestra en el cuadro n.º 1 y figura n.º 3.

**Cuadro n.º 1. Relación de los pisos altitudinales y las zonas de vida**

Zona de vida	Provincia de humedad	Piso altitudinal	Altitud (m)
estepa - Montano Tropical	Subhúmedo	Montano	<b>3000 – 4000</b>
bosque húmedo - Montano Tropical	Húmedo	Montano	
páramo húmedo – Subalpino Tropical	Húmedo	Subalpino	<b>4000 – 4500</b>
páramo muy húmedo – Subalpino Tropical	Perhúmedo	Subalpino	
tundra pluvial -Alpina Tropical	Superhúmedo	Alpino	<b>&gt; 4500</b>
nival - Tropical	Superhúmedo	Nival	<b>&gt; 5000</b>

**Fuente:** ONERN, 1975 y Comunidad Andina (CAN), 2009.

Figura n.º 3. Mapa de pisos altitudinales de la cuenca alta del río Chillón



Fuente: MINAM, 2018

**Factor suelo**

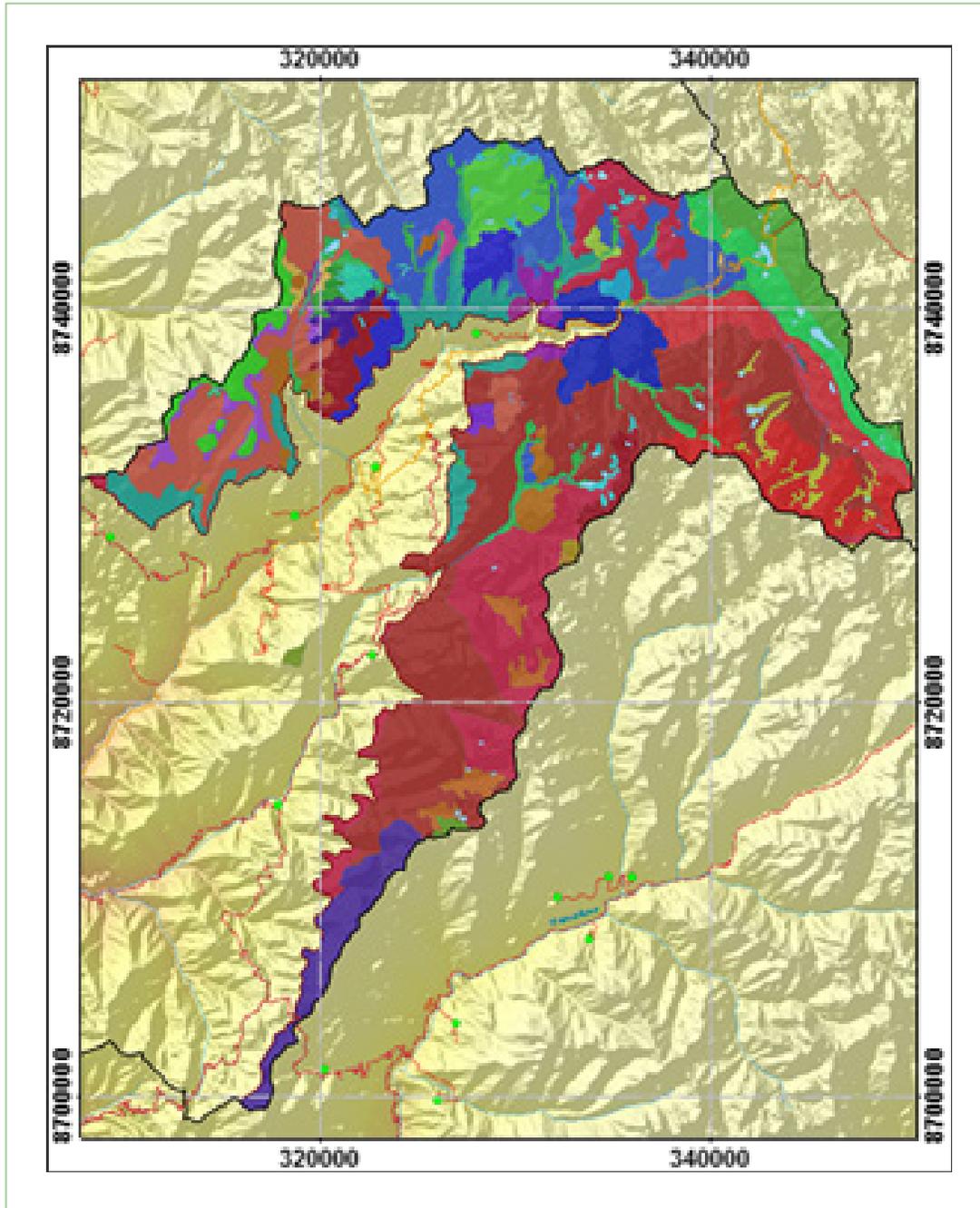
Como factor suelo se utilizó de manera indirecta la información de las unidades litológicas de la Carta Geológica Nacional a escala 1:100 000, en razón de la relación directa que existe entre los tipos de suelos y los tipos de litología (génesis de los suelos). En el cuadro n.º 2 y figura n.º 4, se muestran las unidades litológicas generadas intervinientes en el modelo de integración.

**Cuadro n.º 2. Lista de unidades litológicas**

<b>Unidades litológicas</b>	Adamelita, granodiorita
	Andesita
	Areniscas
	Calizas
	Cuarzo, latita
	Dacita
	Depósitos
	Diorita
	Lavas andesíticas porfiríticas
	Monzodiorita
	Tonalita
	Volcánicos

**Fuente:** Carta Geológica Nacional (INGEMMET, 2016)

Figura n.º 4. Mapa de unidades geológicas de la cuenca alta del río Chillón



Fuente: MINAM, 2018

**Factor pendiente**

Para la elaboración de este mapa se utilizó el Modelo de Elevación digital ASTER 2011, de una resolución de 30 m, la cual fue procesada para obtener un archivo de pendientes en porcentaje, basándose en la elevación del pixel. Seguidamente, se realizó una reclasificación de acuerdo al criterio de descripción de unidades de mapeo desarrollados en el Laboratorio de Ecología y Utilización de Pastizales, tal como se muestra en el cuadro n.º 3 y la figura n.º 5.

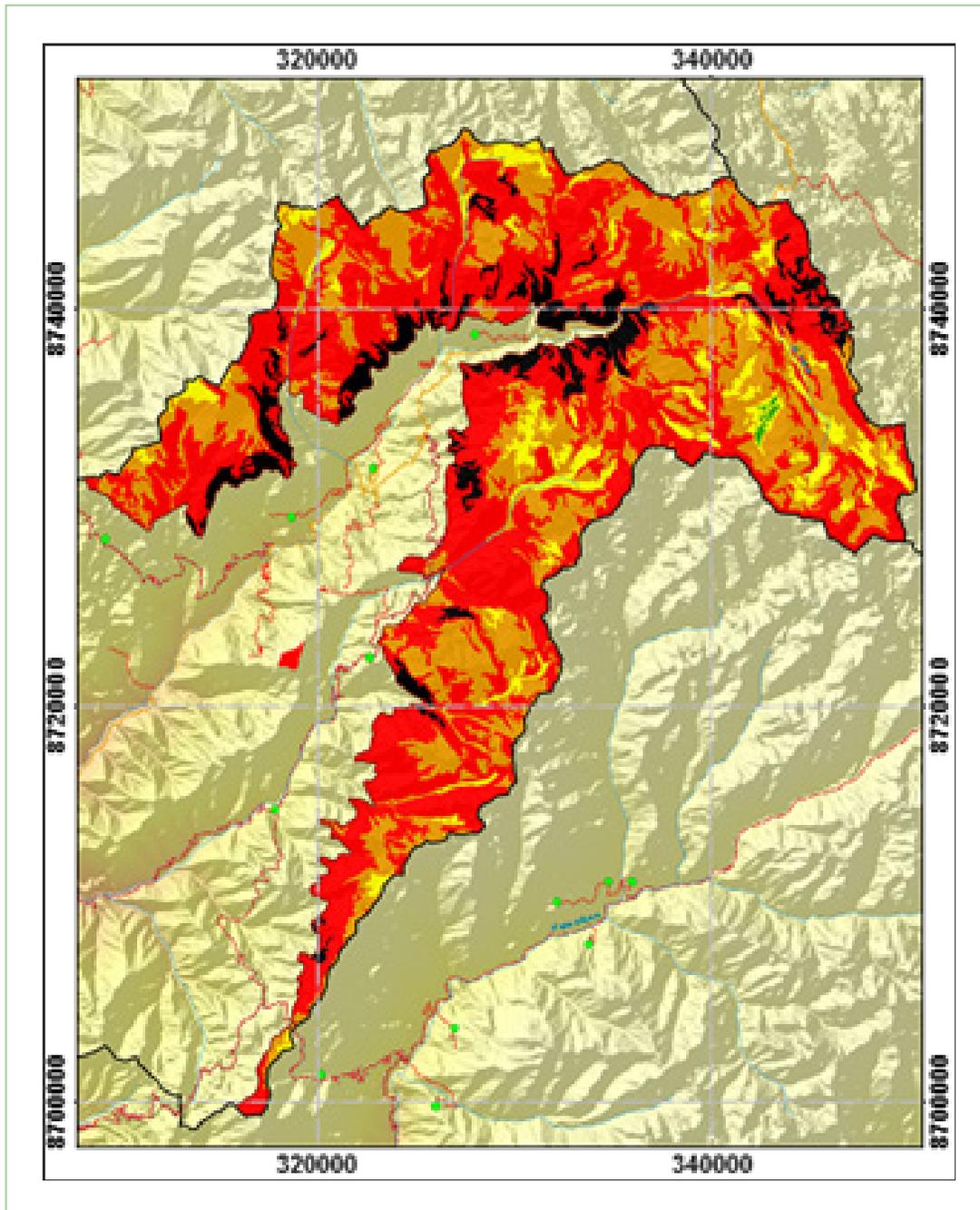
**Cuadro n.º 3. Clases de pendiente en la cuenca alta de río Chillón**

Denominación	Pendiente (%)
A nivel	0 - 5
Inclinado	5 - 15
Moderadamente escarpado	15 - 30
Escarpado	30 - 60
Protección	Mayor a 60

**Fuente:** MINAM,2018

Luego de realizar el proceso de integración de los factores antes descritos (figura n.º 6) y considerando un área mínima de mapeo de 10 ha, se obtuvo finalmente el mapa de sitios ecológicos (figura n.º 7), conteniendo 15 unidades para la cuenca del río Chillón.

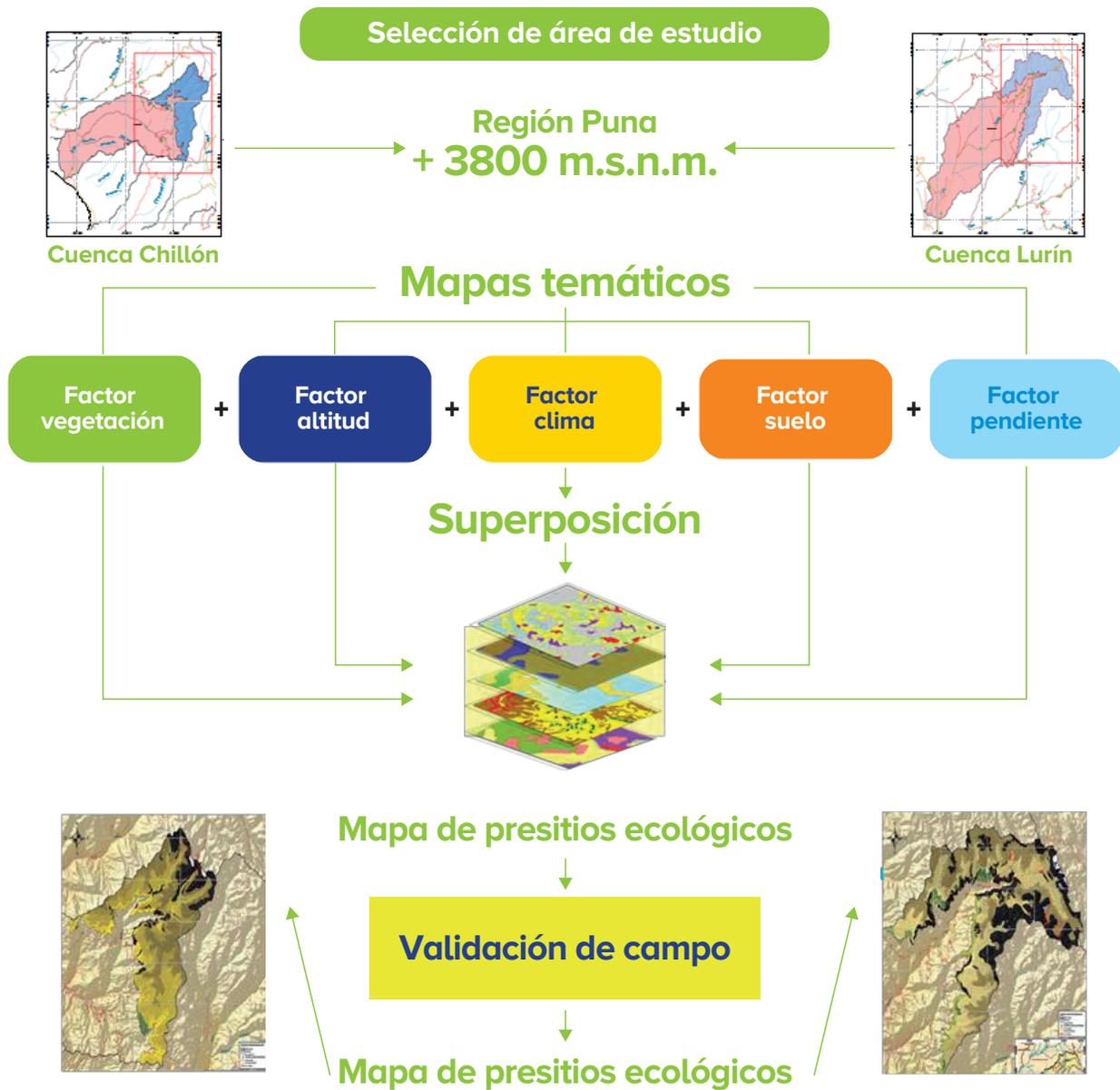
Figura n.º 5. Mapa de clases de pendiente de la cuenca alta del río Chillón



Fuente: MINAM, 2018

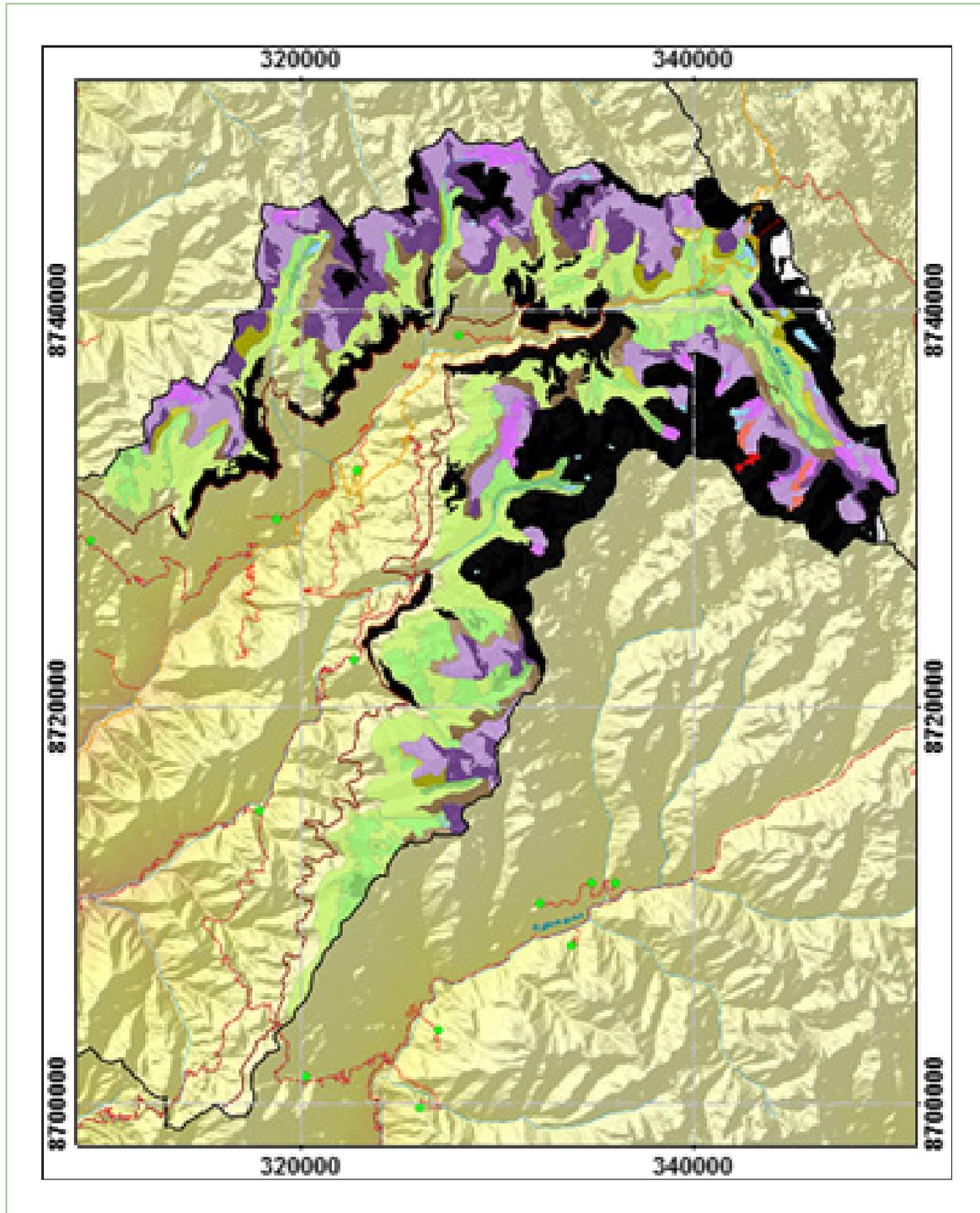
## 5.2.2. Determinación de indicadores de conservación

Figura n.º 6. Esquema del proceso de integración de factores



Fuente: MINAM, 2018

Figura n.º 7. Mapa de sitios ecológicos



Fuente: MINAM, 2018

Los indicadores utilizados para estimar el estado de conservación del ecosistema son los mismos indicados en la Guía complementaria para la compensación ambiental: ecosistemas altoandinos, la cual se basa en la aplicación de escalas de valores relativos para cada atributo establecido y sus correspondientes indicadores que miden el estado de conservación, los cuales se describen a continuación.

### **Riqueza:**

Se expresa en el número de especies existentes en un área determinada; se estima utilizando un sistema de cuadrantes anidados (1, 2, 3, 5, 10, 20, 40 y 100 m<sup>2</sup>), los más pequeños incluidos dentro de los de tamaño más grande (Whittaker, 1975). Una vez ubicado en el punto de muestreo, se registra el número de especies existentes en el cuadrante de 1 m<sup>2</sup>, luego se agrega a la lista inicial las nuevas especies encontradas en 2 m<sup>2</sup>, luego las adicionales existentes en 3 m<sup>2</sup> que no estuvieron en el cuadrante de 2 m<sup>2</sup> y así sucesivamente hasta completar el cuadrante de 100 m<sup>2</sup>. Esta lista final de especies diferentes constituye la riqueza.

### **Composición florística:**

Se refiere a la proporción que cada especie o grupo funcional representa sobre un total de 100 lecturas a lo largo de un transecto de 100 m (DeVries, 1979; Parker, 1951). Este parámetro permite determinar el porcentaje de participación de los grupos funcionales más importantes que dominan el pastizal (gramíneas y graminoides, hierbas y arbustos).

El registro de las especies correspondiente a un determinado grupo funcional se hace a través de un anillo censador de 2,5 cm<sup>2</sup> (BLM, 1999), haciendo las lecturas cada metro de distancia siguiendo el eje del transecto de 100 m. En cada punto de observación, se identifica la parte basal de la vegetación y se registra el nombre de la especie cuya raíz cae dentro del área del anillo. De las 100 lecturas registradas se obtiene de manera directa el porcentaje de presencia de las

especies y su grupo funcional correspondiente (gramíneas y graminoides, hierbas y arbustos), al mismo tiempo, el porcentaje de suelo desnudo y el porcentaje de las plantas invasoras.

### **Cobertura aérea del suelo:**

La cobertura aérea es la proyección de la canopia de la planta sobre el suelo y se estima visualmente dentro de cuadrantes de 1 m<sup>2</sup> a lo largo de un transecto cinta de 1 m x 100 m (Kent, 2012). La forma de estimación depende del grado de experiencia, cuando esta existe, los valores de cobertura se pueden expresar puntualmente, y cuando no la hay, se estima en base a rangos de cobertura dentro de una escala previamente determinada.

La lectura se hace observando el cuadrante desde una posición vertical correspondiente para la especie dominante, subdominante y sub-subdominante. Se debe registrar también la altura de la canopia de plantas que se extienden sobre el cuadrante, aun cuando sus raíces no se encuentran dentro del cuadrante; por tanto, en algunos casos, la cobertura aérea puede exceder el 100 %.

### **Suelo desnudo:**

es la porción de suelo desprovista de vegetación o mantillo a lo largo de un transecto de 100 m y se estima en porcentaje sobre un total de 100 lecturas (DeVries, 1979; Parker, 1951).

Se utiliza el anillo censador de 2,5 cm<sup>2</sup> a lo largo de un transecto o cinta métrica de 100 m a intervalos de 1 m. Al final se obtienen 100 lecturas o registros a partir de los cuales se obtiene, de manera directa, el porcentaje del suelo desnudo. Pérdida de suelo superficial: la pérdida relativa de suelo superficial se estima visualmente y es un reflejo del deterioro que experimenta el suelo debido al mal manejo, la sobreexplotación de los recursos naturales y los factores ambientales asociados con la precipitación, fuerza del viento, sequías, entre otros (Anderson, 1974).

La estimación de pérdida de suelo se realiza por apreciación visual al inicio, mitad y final de un transecto de 100 m de largo. La evaluación involucra movimiento de mantillo, deposición de suelo, presencia de plantas en pedestal, pavimento de erosión, erosión laminar, erosión en surcos y presencia de cárcavas.

### **Materia orgánica:**

Cada muestra de materia orgánica del suelo superficial está compuesta por una muestra combinada de cinco submuestras tomadas sistemáticamente cada 20 m a lo largo de un transecto de 100 m. Las submuestras se toman con una pala recta formando un cubo que corresponde al ancho y largo de la pala (aproximadamente 30 cm x 30 cm). La muestra o alícuota se guarda en bolsas dobles de plástico y se etiquetan y se coloca dentro y fuera de las bolsas para evitar su deterioro y la pérdida de la identidad de la muestra.

Altura de canopia: la altura de las plantas es una característica propia de cada especie, pero su tamaño relativo depende de las condiciones ambientales prevalentes y del estado del manejo. La lectura se hace cada 10 m y a lo largo del transecto de 100 m. Se mide la planta más importante cercana a los puntos de muestreo, ubicados a 10, 20 hasta el punto ubicado a 100 m. El registro de altura se hace donde se concentra la mayor cantidad de hojas estimada.

### **Biomasa aérea:**

Se procede a cortar el follaje de las plantas que caen dentro del cuadrante de 1 m<sup>2</sup> con una tijera de podar, luego se coloca en las bolsas de plástico y se pesa con balanzas de precisión sean de 100 g, 300 g, 500 g o 1000 g, dependiendo del desarrollo de los grupos funcionales.

Para el caso de la biomasa arbustiva, esta se estima multiplicando su densidad por la cantidad de hojas estimadas a partir de un análisis dimensional; es decir, considerando la relación volumen – peso de la canopia. La densidad, número de plantas por hectárea, se obtiene contando las arbustivas en los cuadrantes de 1 m<sup>2</sup> utilizados para estimar cobertura aérea. El análisis dimensional se realiza en 10 arbustivas, cada 10 m, a lo largo del transecto de 100 m. Se colectan y pesan las hojas de las arbustivas seleccionadas y se mide el diámetro menor y mayor y la altura de la planta para estimar el volumen. El volumen de la planta (x) y el peso de las hojas (y) luego se utilizan para generar ecuaciones del tipo  $y = a + b x$ , donde a es el intercepto y b es la pendiente de la ecuación lineal.

### **Mantillo:**

Se refiere a la hojarasca existente sobre la superficie del suelo y refleja la cantidad de material vegetal que potencialmente está disponible para ser incorporada por la acción de micro-herbívoros y otros procesos destinados a conformar parte de la materia orgánica. Se colecta la hojarasca y residuos vegetales existentes sobre la superficie del suelo dentro de un cuadrante de 1 m<sup>2</sup> y luego se pesa en fresco con una balanza de precisión. Se obtiene un total de diez muestras cada 10 m a lo largo del transecto.

### **Plantas invasoras:**

Las plantas invasoras son plantas que no aparecen en estadios intermedios de conservación y terminan reemplazando a las especies originales cuando el sitio es perturbado por factores ambientales o mal manejo (DeVries, 1979; Mueller-Donbois y Ellenberg, 1974). Las listas de especies se encuentran en la Guía

complementaria de compensación ambiental de ecosistemas altoandinos (MINAM, 2015). Al final del registro se obtienen 100 lecturas a partir de las cuales se obtiene de manera directa el porcentaje de presencia de las especies invasoras.

Para la medición de los indicadores se utilizaron los siguientes materiales y equipos de campo:

- Wincha de 100 m y cinta métrica de 5m
- Pico y pala recta y cuadrante de fierro (1m. x 1m)
- Tijeras para cortar pasto y estacas
- Bolsas de polietileno y etiquetas
- Formatos de evaluación en campo y tablero de plástico
- Pesolas Lightline Spring Scales de 1 kg y de 300 g y romana de 5 kg
- Equipo de sistema de posicionamiento global (GPS) y cámara fotográfica digital

### 5.2.3. Diseño de muestreo

El diseño de muestreo aplicado en la presente evaluación es el que establece la metodología de la Guía complementaria para la compensación ambiental: ecosistemas altoandinos (MINAM, 2016).

### 5.2.4. Valoración del estado de conservación

En el cuadro n.º 4 se muestra la escala final para estimar el estado de conservación de los ecosistemas evaluados.

**Cuadro n.º 4. Escala y valor relativo de los estados de conservación de los ecosistemas**

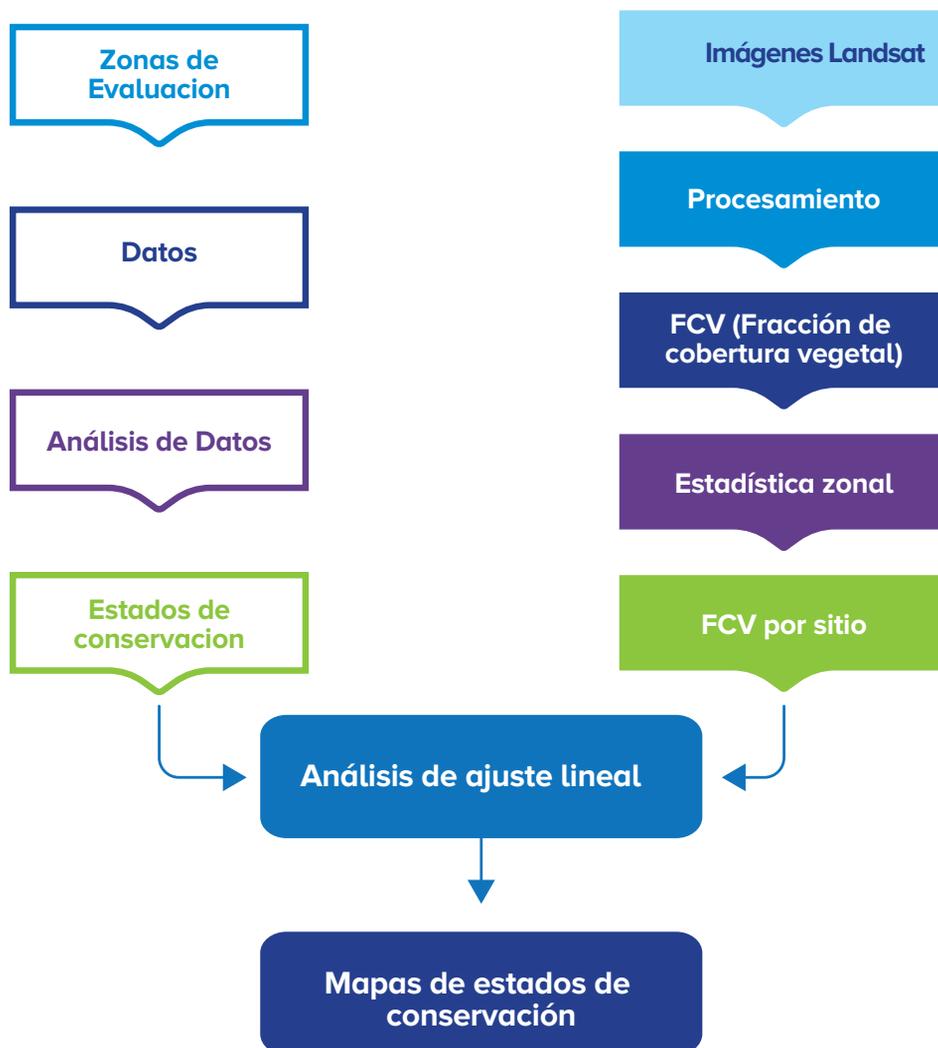
Escala	Valor relativo (%)	Estado de conservación
0 - 2	00 – 20	Muy pobre
2 - 4	20 – 40	Pobre
4 - 6	40 – 60	Regular
6 - 8	60 – 80	Bueno
8 – 10	80 – 100	Muy bueno

**Fuente:** Guía complementaria para la compensación ambiental: ecosistemas altoandinos

### 5.2.5. Mapa de estado de conservación

En la figura n.º 8 se muestra un esquema del flujo o proceso de extrapolación de los puntos o parcelas evaluadas a través del método de multiplicación directa, donde se usa como variable de respaldo una imagen del sensor Landsat 8 OLI. Este modelo genera una primera aproximación extrapolada.

**Figura n.º 8. Esquema del flujo para la elaboración del mapa de estados de conservación**



Fuente: MINAM, 2017

### 5.3.

## Estudio hidrológico y servicio ecosistémico

Para la caracterización de las variables hidrológicas y climáticas se utilizó información secundaria y para el servicio ecosistémico se tomaron datos durante el trabajo de campo.

### 5.4.

## Análisis socioeconómico

El análisis socioeconómico realizado se basa en un enfoque de cuenca que se refleja tanto en la revisión como en la recopilación de información. Bajo este contexto, la cuenca del río Chillón ha sido analizada en dos grandes zonas: cuenca media-alta y cuenca baja. La zona denominada cuenca media-alta se encuentra conformada por aquellos distritos que se encuentra sobre los 2000 metros de altitud y la cuenca baja se encuentra conformada por aquellos distritos ubicados por debajo de los 2000 m.

Para la obtención de los objetivos planteados se han desarrollado las siguientes acciones:

- Identificación del área de análisis: el cual centra su atención en la cuenca del río Chillón.
- Revisión y recopilación de información de fuente secundaria: la información secundaria servirá para la identificación de las dinámicas sociales y económicas que caracterizan las áreas identificadas. La recopilación incluye la revisión de las bases de datos de INEI, así como bases de actividades económicas relacionadas en las áreas de análisis, caracterización de los hogares, entre otras; adicionalmente, revisión de investigaciones, informes, artículos entre otros.
- Elaboración de indicadores: en base a la recopilación de información se elaboró una serie de indicadores, los cuales responden a un enfoque de cuenca.

# 6. Resultados

## 6.1. Zonas de vida

De acuerdo con el Mapa Ecológico del Perú (ONERN, 1986) se identificaron para la zona altoandina de la cuenca estudiada, las siguientes zonas de vida (cuadro n.º 5):

### • Estepa – Montano Tropical (e-MT)

Se ubica en la porción mesoandina, entre los 2800 y 3800 m de altitud, con una superficie de 26 631,41 ha.

La biotemperatura media anual máxima es de 14,1 °C y la media anual mínima de 9,5 °C. El promedio máximo de precipitación total por año es de 541,8 mm y el promedio mínimo 244,5 mm. De acuerdo al diagrama bioclimático de Holdridge, corresponde a la provincia de humedad SUBHÚMEDO cuyos valores de Relación de Evapotranspiración Potencial (Retp) es de 1,0 a 2,0.

El relieve topográfico es predominantemente empinado y ocupan la ladera larga del flanco occidental.

En esta zona se desarrolla masivamente la actividad agrícola de secano y bajo riego.

### • Bosque húmedo – Montano Tropical (bh-MT)

Se ubica en la porción mesoandina, entre los 2800 y 3800 m de altitud, con una superficie de 6645 ha. La biotemperatura media anual máxima es de 13,1 °C y la media anual mínima de 7,3 °C. El promedio máximo de precipitación total por año es de 1154 mm y el promedio mínimo 498 mm. De acuerdo al diagrama bioclimático de Holdridge, corresponde a la provincia de humedad HÚMEDO, cuyos valores de Relación de Evapotranspiración Potencial (Retp) es de 0,5 a 1,0.

El relieve del terreno es predominantemente empinado y ocupa la ladera larga del flanco occidental. La vegetación natural está conformada por comunidades arbustivas siempre verdes y perennes, y por comunidades de herbáceas de carácter estacional, es decir, están presentes durante el periodo húmedo del año. Esporádicamente se encuentran algunos ejemplares de especies arbóreas nativas como Buddleja incana “quisuar” y Polylepis sp. “queñual”.

En esta zona de vida mayormente la actividad agrícola es de secano y bajo riego.

### • **Páramo húmedo – Subalpino Tropical (ph-SaT)**

Se circunscribe a la porción altoandina, desde los 3800 hasta los 4300 m de altitud, ocupando una superficie de 14 418 ha.

El relieve del terreno se caracteriza por presentar distintas formas de tierra, desde laderas montañosas empinadas, hasta terrenos plano ondulados.

La cobertura vegetal está conformada de manera predominante por herbáceas tipo “pajonal” (manojos de gramíneas) que, al lado de otras plantas, sirve de sustento a la actividad pecuaria de la zona.

La biotemperatura media anual varía entre 3 °C y 6 °C. El promedio máximo de precipitación total por año es variable entre 500 y 1000 mm. De acuerdo al diagrama bioclimático de Holdridge, corresponde a la provincia de humedad HÚMEDO, cuyos valores de Relación de Evapotranspiración Potencial (Retp) es de 0.5 a 1.0.

El relieve del terreno se caracteriza por una gran diversidad de tierra, desde laderas montañosas empinadas, hasta terrenos plano ondulados.

La cobertura vegetal está conformada de manera predominante por herbáceas tipo “pajonal” (manojos de gramíneas) que, al lado de otras plantas, sirve de sustento a la actividad pecuaria de la zona.

### • **Páramo muy húmedo – Subalpino Tropical (pmh-SaT)**

Se distribuye en la porción altoandina, desde los 3900 hasta los 4500 metros de altitud, con una superficie de 26 325 ha.

El relieve del terreno se caracteriza por una gran

diversidad de tierra, desde laderas montañosas empinadas, hasta terrenos plano ondulados.

La biotemperatura media anual máxima es de 6 °C y la media anual mínima de 3,8 °C. El promedio máximo de precipitación total por año es de 1254,8 mm y el promedio mínimo 584,2 mm. De acuerdo al diagrama bioclimático de Holdridge, corresponde a la provincia de humedad PERHÚMEDO, cuyos valores de Relación de Evapotranspiración Potencial (Retp) es de 0,25 a 0,50.

El relieve del terreno se caracteriza por una gran diversidad de tierra, desde laderas montañosas empinadas, hasta terrenos plano ondulados.

La cobertura vegetal está conformada de manera predominante por herbáceas tipo “pajonal” (manojos de gramíneas) que, al lado de otras plantas, sirve de sustento a la actividad pecuaria de la zona.

### • **Tundra pluvial-Alpino Tropical (tp-AT)**

Ocupa la franja inmediata inferior del piso nival, entre los 4300 y 5000 metros de altitud, con una superficie de 6007 ha.

La biotemperatura media anual es de 3,2 °C. El promedio máximo de precipitación total por año es de 1020,2 mm. De acuerdo al diagrama bioclimático de Holdridge, corresponde a la provincia de humedad SUPERHÚMEDO, cuyos valores de Relación de Evapotranspiración Potencial (Retp) es de 0,125 a 0,25.

El relieve topográfico es generalmente accidentado, variando desde montañoso hasta ondulado, este último propio del modelaje glacial. La vegetación se caracteriza por ser rala y de porte almohadillado, sobresaliendo las especies *Pycnophyllum* sp. y *Azoella* sp.

### • Nival Tropical (n-T)

Abarca totalmente el piso nival. Estos glaciares se extienden a lo largo de las crestas de los Andes generalmente arriba de los 5000 m de altitud, con una superficie de 779 ha.

La biotemperatura media anual generalmente se encuentra por debajo de 1,5 °C y el promedio

de precipitación total anual por año a menudo variable entre 500 y 1000 mm. La configuración topo-fisiográfica es abrupta y constituida por suelos netamente líticos, peñascos o rocosos; prácticamente no existe cubierta edáfica. Las únicas formas de vida vegetal son algunas algas, así como minúsculos líquenes.

**Cuadro n.º 5 Relación de zonas de vida ubicadas en la porción altoandina**

N.º	Descripción	Símbolo	Superficie (ha)
1	estepa - Montano Tropical	e-MT	26 631
2	bosque húmedo - Montano Tropical	bh-MT	6 065
3	páramo muy húmedo - Subalpino Tropical	pmh-SaT	26 325
4	páramo húmedo - Subalpino Tropical	ph-SaT	14 418
5	tundra pluvial - Alpino Tropical	tp-AT	6 007
6	nival - Tropical	NT	779,13

**Fuente:** Mapa Ecológico del Perú (ONERN, 1972)

## 6.2. Ecosistemas y uso actual

Del total de ecosistemas identificados en la cuenca del río Chillón (cuadro n.º 6 y figura n.º 12), para fines del presente, solo se han considerado los altoandinos, tres ecosistemas que figuran en el mapa y un cuarto ecosistema fue determinado en el campo, los cuales se describen a continuación:

### • Pajonal / césped de puna

Comprende una superficie de 40 008 ha, representando el 16,82 % del área de la cuenca, ubicado entre 3750 y 4750 m de altitud.

Este ecosistema está conformado mayormente por herbazales; se distinguen según su fisonomía y florística dos subtipos de vegetación: (1) tipo “césped de puna” o tipo “grass”, de porte bajo (<10 cm) y (2) tipo “pajonal”, conformado por manojos de plantas con hojas de consistencia

dura cuando están maduras, con una altura de hasta 80 cm. Se incluye además un tercer subtipo de vegetación conformado por arbustos que emergen algunas veces de manera dispersa y otras formando parches de aproximadamente 1,20 m de alto (figura n.º 9).

El subtipo pajonal se encuentra compuesto en su mayor extensión por herbáceas de la familia Poaceae del género Festuca y en menor proporción por el género Calamagrostis; asimismo, por otras hierbas de la familia Fabaceae como Astragalus garbancillo y Astragalus uniflorus, Oenothera multicaulis (Onagraceae), Senecio sp. y Senecio violaefolius “huamanripa” (Asteraceae). En el subtipo césped, dominan gramíneas principalmente de la familia Poaceae como es Calamagrostis vicunarum, le siguen otras hierbas como Phyllactis rigida

“valeriana estrella”, Muhlenbergia peruviana e Hypochoeris taraxacoides (Asteraceae), Geranium sp. (Geraniaceae), Gentiana sp. (Gentianaceae), Scirpus rigidus (Cyperaceae), Lachemilla sp. (Rosaceae) y Aciachne pulvinata “ucuscacha” (planta en forma de cojín, indicadora de pastizales pobres). Se incluye en ambos subtipos la presencia en determinados sectores, de la suculenta de la familia Cactaceae Opuntia floccosa “guagro” (cactácea indicadora de un pastizal pobre).

Actualmente, este ecosistema se encuentra fuertemente impactado por la actividad ganadera. La intensa actividad ganadera sobre los pastos ubicados en las laderas con fuerte pendiente está ocasionando la degradación de la cobertura herbácea y del suelo (fuerte proceso erosivo).

**Figura n.º 9. Ecosistema Pajonal / Césped de puna**



Fuente: MINAM, 2017

### • Bofedal

Este tipo de ecosistema de tipo hidrofítico se extiende en una superficie de 1330 ha, representando el 0,33 % del área de la cuenca, ubicado entre 4400 y 4650 m de altitud, en las planicies lacustres de la cuenca, dotándose del agua proveniente del deshielo de los glaciares, del afloramiento de agua subterránea y de la precipitación pluvial.

Los suelos permanecen inundados permanentemente con ligeras oscilaciones durante el periodo seco y se han formado a partir de materiales parentales de origen fluvio-glacial, glacial, aluvial y coluvio-aluvial localizados en las depresiones de las superficies planas y ligeramente inclinadas. Está dominado por una cubierta vegetal siempre verde durante el año, de porte bajo o

pegado al suelo tipo “cojín” o “almohadilla”, conformado por comunidades de hierbas hidrófilas de porte almohadillado, representadas por *Distichia muscoides* “champa” y las hierbas de porte bajo como *Werneria* sp., *Calamagrostis rigescens*, *Hipochaeris* sp. y *Lachemilla* sp. (figura n.º 10).

De la misma forma que los ecosistemas anteriormente descritos, este ecosistema que provee de forraje durante todo el año, se encuentra actualmente fuertemente impactado por la actividad ganadera, la cual está ocasionando un alto nivel de compactación del suelo y la pérdida de la cobertura vegetal, ocasionando la aparición de suelos desnudos, baja altura de las especies vegetales y eliminación de especies forrajeras palatables para el ganado.

**Figura n.º 10. Ecosistema bofedal pastoreado por ganado vacuno**



Fuente: MINAM, 2017

### • Tolar

Este ecosistema fue determinado en campo y se presenta a manera de parches en el ámbito del “Pajonal / Césped de puna”. Se caracteriza por la presencia de comunidades arbustivas siempre verdes, conocidas localmente como “tolar”, que es utilizado como fuente energética por la población.

### • Periglacial

Este ecosistema se encuentra restringido a una altitud de 4700 y 5000 m de altitud, sobre una superficie de 11 008 ha, representando el 6,56 % del área de la cuenca.

Está conformado por las cimas del paisaje montañoso, con presencia de superficies rocosas, morrenas y escasos parches de vegetación, limitado por la zona nival o glacial (figura n.º 11). Los pequeños y dispersos manojos de gramíneas están conformados por las gramíneas de los géneros *Festuca* y *Stipa*, asociados a plantas almohadilladas de *Pycnophyllum* sp. y la presencia de escasos y pequeños arbustos como *Muehlenbeckia* volcanica, *Senecio* canescens y *Senecio* sp.

**Figura n.º 11. Ecosistema periglacial limitando con la zona nival**



Fuente: MINAM, 2017

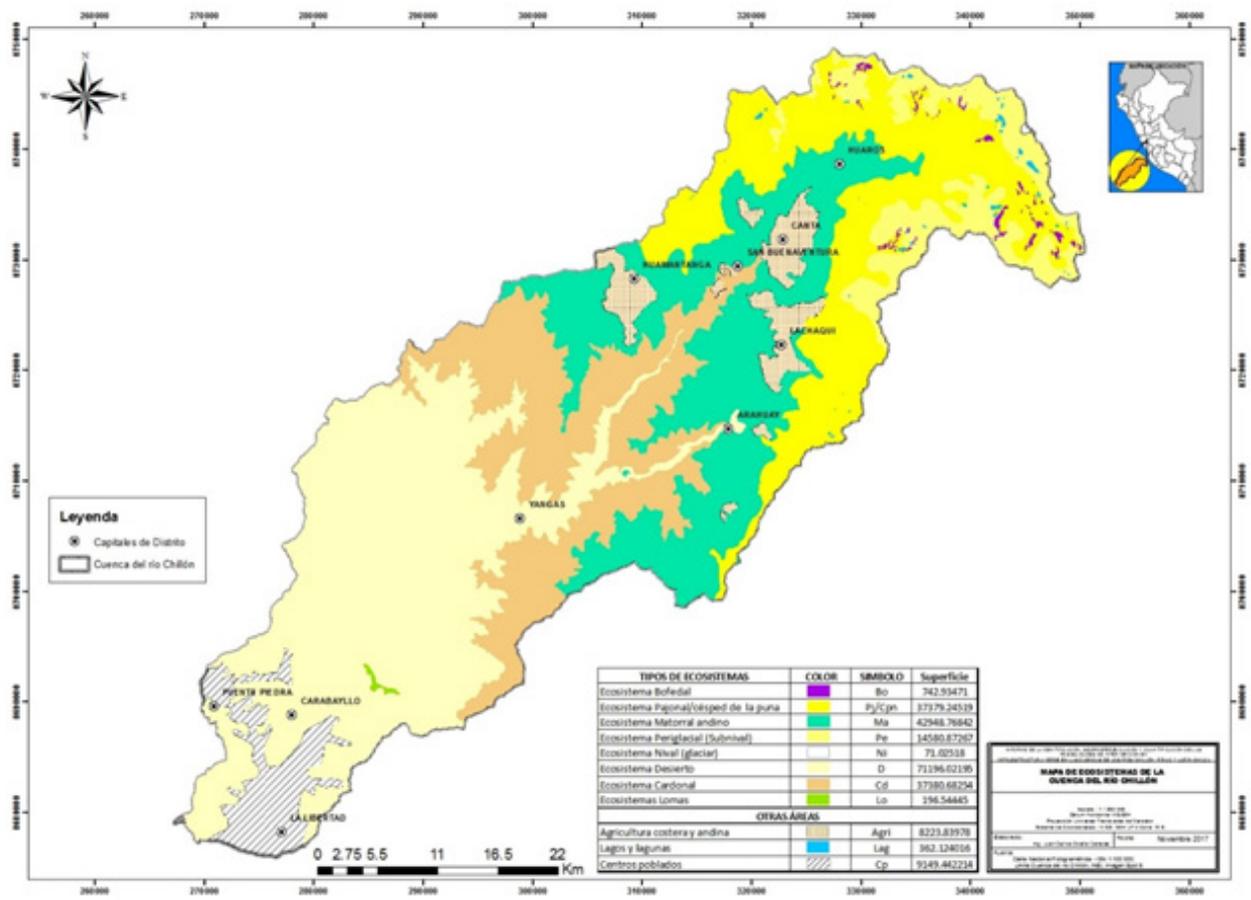
**Cuadro n.º 6. Tipos de ecosistemas de la cuenca del río Chillón**

Ecosistemas	Símbolo	Superficie (ha)
Bofedal *	Bo	1 330
Pajonal / césped de puna *	Pj	40 008
Matorral andino	Ma	40 935
Periglacial *	Ap	11 008
Nival *	Ni	35,11
Desierto	D	66 573
Cardonal	Cd	36 873
Lomas	Lo	197
Otras coberturas		
Agricultura costera y andina	Agri	15 660
Lagos y lagunas	L/Co	383
Urbe	U	9 231
<b>Total</b>		<b>222 231</b>

**Fuente:** MINAM, 2017

(\*) altoandinos

Figura n.º 12. Mapa de ecosistemas de la cuenca del río Chillón



Fuente: MINAM, 2017

## 6.3. Estado de conservación de los ecosistemas altoandinos

De acuerdo con la Guía complementaria para la compensación ambiental: ecosistemas alto andinos, se midieron en campo (octubre) los respectivos indicadores del estado de conservación de los ecosistemas altoandinos a través del levantamiento de indicadores en 15 parcelas, distribuidas principalmente en el distrito de Huaros, provincia de Canta, tal como se observa en el cuadro n.º 7. Cabe mencionar que el ecosistema pajonal / césped de puna que figura en el mapa, para los fines de evaluación, fue dividida en dos ecosistemas independientes, es decir, como pajonal de puna y como césped de puna.

**Cuadro n.º 7. Relación y ubicación de parcelas de evaluación**

Parcela	Coordenadas		Altitud (m)	Ecosistemas	Distrito	Provincia
	X	Y				
1	342742	8744601	4559	Césped de puna	Huaros	Canta
2	343098	8739261	4203	Pajonal de puna	Huaros	Canta
3	343859	8737586	4302	Césped de puna	Huaros	Canta
4	344694	8737103	4342	Pajonal de puna	Huaros	Canta
5	344613	8736708	4287	Bofedal	Huaros	Canta
6	340721	8740121	4288	Césped de puna	Huaros	Canta
7	341472	8741082	4024	Bofedal	Huaros	Canta
8	340267	8741538	4140	Césped de puna	Huaros	Canta
9	339228	8745330	4668	Pajonal de puna	Huaros	Canta
10	339004	8744313	4515	Bofedal	Huaros	Canta
11	339537	8743400	4474	Tolar	Huaros	Canta
12	341061	8743221	4450	Pajonal de puna	Huaros	Canta
13	343854	8741016	4707	Pajonal de puna	Huaros	Canta
14	342685	8741102	4300	Césped de puna	Huaros	Canta
15	340118	8740744	4048	Césped de puna	Huaros	Canta

Fuente: MINAM, 2017

En el cuadro n.º 8 se resume los resultados de la evaluación del estado de conservación a nivel de las parcelas y en el cuadro n.º 9, a nivel de distrito. Asimismo, en la figura n.º 13, se muestra el mapa del estado de conservación de los ecosistemas altoandinos evaluados.

**Cuadro n.º 8. Estado de conservación de los ecosistemas a nivel de parcelas**

Parcela	Coordenadas		Altitud (m)	Ecosistema	Distrito	Provincia	Valor ecológico	Estado de conservación
	X	Y						
1	342742	8744601	4559	Césped de puna	Huaros	Canta	37	Pobre
2	343098	8739261	4203	Pajonal de puna	Huaros	Canta	90	Muy bueno
3	343859	8737586	4302	Césped de puna	Huaros	Canta	90	Muy bueno
4	344694	8737103	4342	Pajonal de puna	Huaros	Canta	70	Bueno
5	344613	8736708	4287	Bofedal	Huaros	Canta	--	Bueno
6	340721	8740121	4288	Césped de puna	Huaros	Canta	57,5	Regular
7	341472	8741082	4024	Bofedal	Huaros	Canta	--	Bueno
8	340267	8741538	4140	Césped de puna	Huaros	Canta	60,5	Bueno
9	339228	8745330	4668	Pajonal de puna	Huaros	Canta	25	Pobre
10	339004	8744313	4515	Bofedal	Huaros	Canta	--	Regular
11	339537	8743400	4474	Tolar	Huaros	Canta	41	Regular
12	341061	8743221	4450	Pajonal de puna	Huaros	Canta	43	Regular
13	343854	8741016	4707	Pajonal de puna	Huaros	Canta	37	Pobre
14	342685	8741102	4300	Césped de puna	Huaros	Canta	72	Bueno
15	340118	8740744	4048	Césped de puna	Huaros	Canta	55	Regular

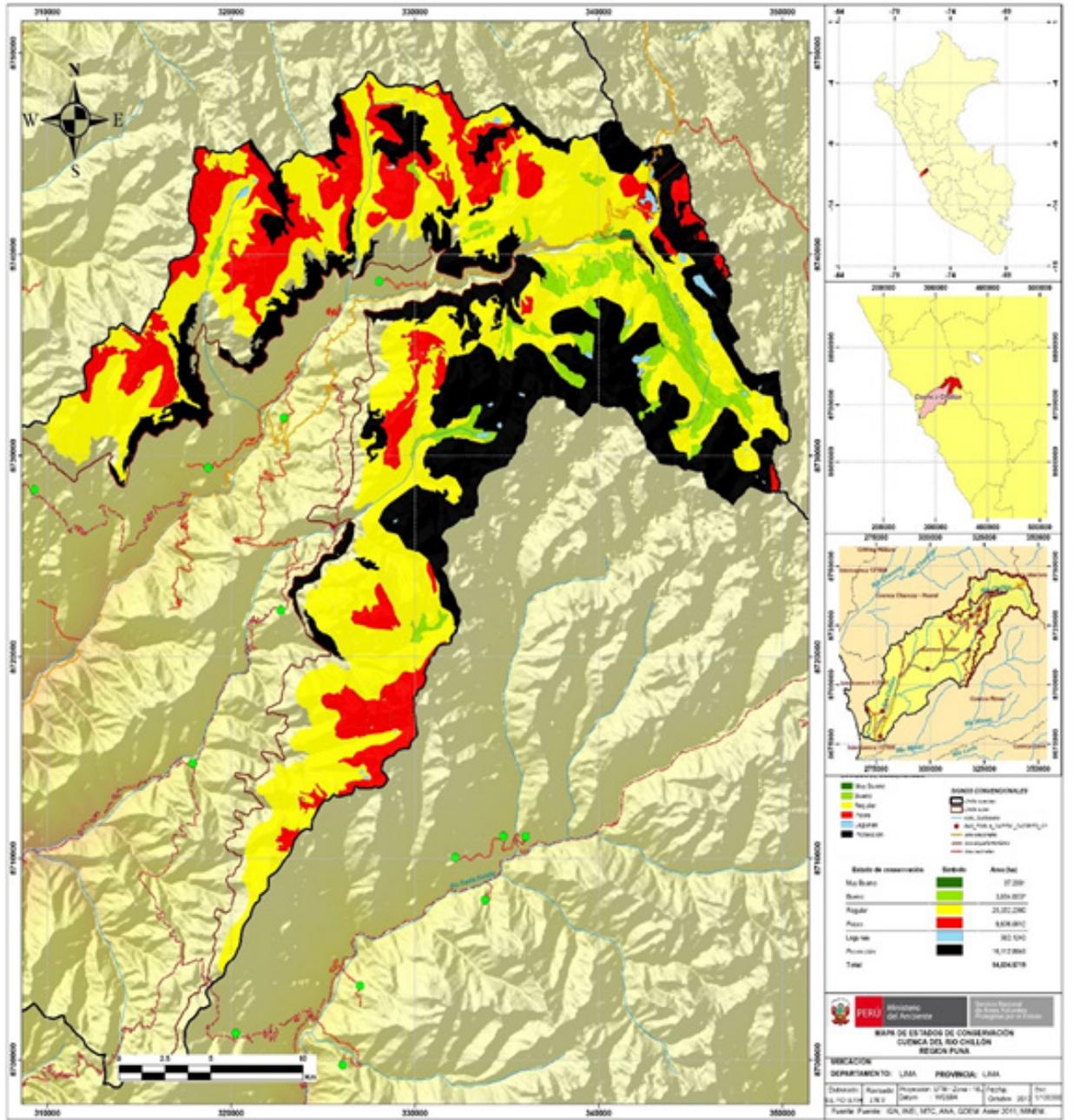
Fuente: MINAM, 2017

**Cuadro n.º 9. Superficie de estados de conservación de los pastizales altoandinos a nivel de distritos**

Distritos	Pobre	Regular	Bueno	Muy bueno	Protección	Total (ha)
Arahuay	1 041,12	1 840,20				2 881
Atavillos Alto	12,28	70,85			26,27	109
Atavillos Bajo	30,29	2,02				32
Canta	674,06	2 406,52	237,96		3 010,13	6 329
Huachupampa	1,94	17,32				19
Huamantanga	777,72	1 864,01			28,42	2 670
Huanza	0,01				10,92	11
Huaros	4 228,34	12 040,96	2 632,56	37,20	10 571,28	29 510
Lachaqui	957,58	4,208,70	107,05		1 065,18	6 339
Laraos	12,33	0,32			7,51	20
Marcapomacocha	6,65	0,19			190,40	197
San Antonio	72,52	692,28				765
San Buenaventura	1 819,77	2 201,17	56,46		1 202,78	5 280
Sumbilca	1,48	7,69				9
<b>Total (ha)</b>	<b>9 636,09</b>	<b>25 352,24</b>	<b>3 034,02</b>		<b>16 112,89</b>	<b>54 173</b>

Fuente: MINAM, 2017

Figura n.º 13. Mapa del estado de conservación de los ecosistemas altoandinos de la cuenca del río Chillón.



Fuente: MINAM, 2017

## 6.4. Estrategias para mejorar el estado de conservación de los ecosistemas

Mejorar un ecosistema dominado por pastizales altoandinos significa elevar su condición, productividad y capacidad de carga. Las estrategias para mejorar la condición general de los pastizales pueden clasificarse como extensivas o intensivas (cuadro n.º 10). Para ello se toma en cuenta ciertos criterios clave como el nivel de riesgo, los costos de inversión, el nivel de producción, la rentabilidad y el nivel de tecnología en relación con el potencial de los diversos tipos de suelos para producir forraje.

**Cuadro n.º 10. Estrategias de manejo de pastizales altoandinos**



Fuente: MINAM, 2017

La capacidad de las estrategias consignadas para mejorar la condición del pastizal (cuadro n.º 10), depende del tipo de suelo, la composición florística y el clima local. Mientras mejor es el balance entre estos tres componentes, mayores son las posibilidades de obtener resultados económicos exitosos.

En el cuadro n.º 11, se muestra un resumen de las posibles estrategias de manejo de los pastizales altoandinos identificados en la cuenca del río Chillón

**Cuadro n.º 11. Relación de parámetros del ecosistema y las estrategias de manejo**

Nº	Parámetro o indicador	Pastoreo complementario	Manejo de Agua	Introducción especies exóticas	Revegetación con especies nativas	Áreas de quema	Áreas de fertilización	Áreas de control de especies indeseables	Entre-siembra de tréboles	Sistema de pastoreo (descanso rotativo)	Sistema de pastoreo rotativo diferido
1	Topografía – Altitud	< 4200 m		< 4200 m	< 4400 m	4200 m	< 4400 m		< 4400 m		
2	Pendiente del suelo	< 30 %		< 20 %	< 30 %	< 20 %	< 10 %		< 30 %	< 60 %	< 60 %
3	Cuerpos de Agua		125 m (lagunas), 50 m (ríos) y 100 m (quebradas)	< 300 m		< 50 m					
4	Tipo de vegetación	pajonal		pajonal y césped		pajonal			pajonal	P, C, B	P, C, B
5	Condición de la vegetación	B, E			MP, P	R, B, E	B, E	MP, P	B, E	MP, P	R, P, B
6	Presencia de especies indeseables				> 60 %			> 40 %			
7	Producción de biomasa aérea					> 1250 kg/ha					
8	Capacidad de uso mayor	P1		P1			P1		P1		
9	Profundidad del suelo	> 25 cm		> 25 cm			> 25 cm				
10	Presencia de erosión del suelo	nula ligera (< 10 %)			severa-moderada, severa		nula		nula ligera (< 10 %)		
11	Cobertura vegetal	> 90 %			< 60 %		> 90 %		> 90 %		
12	Pedregosidad	< 5 %		< 5 %	< 20 %		< 20 %		< 5 %		

Fuente: MINAM, 2017

## 6.5. Hidrología y servicio ecosistémico

El río Chillón tiene su origen en la laguna Chonta, a 4850 m de altitud, ubicada en el distrito de Huaros, y de los deshielos del glaciar de la cordillera La Viuda. En su curso superior (Canta), tiene una pendiente de 6 %; en su curso medio de Canta hasta Santa Rosa de Quives, una pendiente de 5 % y en su curso inferior, a partir de Santa Rosa de Quives, en donde el valle empieza a abrirse, la pendiente disminuye 2 %. En el último tramo se encuentra la zona agrícola más importante de la cuenca (INRENA, 2003).

Las principales fuentes de agua regulada son la laguna Chuchón, laguna León Cocha y laguna Azul Cocha. Asimismo, la cuenca del río Chillón forma parte importante de Lima Norte por el uso de sus aguas superficiales y subterráneas (Olarte 2012).

La cuenca del río Chillón está dividida por las siguientes unidades hidrográficas: Alto Chillón, Quisquichaca, Socos, Medio Alto Chillón, Gangay, Medio Chillón, Medio bajo Chillón, río Seco y Bajo Chillón (ANA, 2008).

### 6.5.1. Clima

#### a. Precipitación

El sector menos lluvioso está comprendido aproximadamente entre 0 a 2200 m de altitud, con un promedio anual de lluvias que fluctúa alrededor de los 60 mm. Entre los 2200 y 3100 m de altitud, se registran en promedio precipitaciones anuales de 350 mm. En las cumbres más altas que delimitan la cuenca, sobre los 5000 m de altitud, la precipitación anual alcanza el orden de los 900 mm. INGEMMET (2011) toma en consideración el análisis de seis estaciones pluviométricas que tienen un registro en el periodo 1969 – 2003, donde la estación Pariacancha presenta la mayor precipitación media anual de 702 mm, ubicada en la parte alta de la cuenca, seguida de la estación Lachaqui con 612 mm, la estación Huaros con 424 mm, la estación Huamantanga con 352 mm, Canta con 348 mm y Mediamarca con 10 mm, ambos ubicados en la parte más baja de la cuenca (cuadro n.º 12). El régimen de precipitación presenta dos periodos definidos: (1) húmedo, de diciembre a abril con el 85 % de la precipitación total anual y (2) seco, de mayo a noviembre, con el 15 %. Asimismo, la precipitación total promedio en la zona es igual a 408 mm y el mes de marzo tiene la mayor precipitación (figura n.º 14).

**Cuadro n.º 12. Estaciones pluviométricas y precipitaciones medias mensuales (1969 - 2003)**

Estaciones	msnn	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
Mediamarca	13	1.30	0.40	0.60	0.00	0.40	0.80	1.80	2.60	1.20	0.40	0.10	0.40	10.00
Canta	2832	71.30	84.40	92.60	22.00	1.80	0.10	0.30	0.20	3.10	13.80	13.90	43.80	347.70
Huamantanga	3392	60.60	86.70	106.60	25.80	7.10	0.00	0.00	0.00	1.10	10.20	26.10	28.20	352.40
Huaros	3585	66.90	80.60	118.70	48.40	4.80	0.00	0.60	1.40	4.00	16.80	25.10	56.30	423.60
Lachaqui	3668	117.80	141.30	169.80	45.70	4.70	0.00	0.00	1.80	4.70	24.10	30.60	71.60	612.10
Pariacancha	3800	125.90	132.60	128.60	56.30	19.80	2.90	4.30	9.20	23.80	51.40	56.70	90.70	702.20
Promedio		73.97	87.73	102.82	33.03	6.43	0.63	1.17	2.53	6.32	19.45	25.42	48.50	408.00

Fuente: SENAMHI (2003) citado por INGEMMET (2011)

**Figura n.º 14. Distribución mensual de la precipitación**



Fuente: MINAM, 2017

### b. Temperatura

La temperatura promedio anual de la cuenca es de 14 °C. Esta temperatura promedio presenta dos épocas: (1) verano con 20 °C y (2) invierno, con 8 °C. El promedio anual de temperatura de las estaciones que están cercanas al mar es igual a 19 °C, son mayores en verano, siendo su valor más alto en el mes de febrero igual a 23 °C y menor en los meses de julio y agosto igual a 14 °C. En el sector altitudinal comprendido

entre los 2200 m y 3100 m de altitud, se carece de información. Los registros de las estaciones de Canta y Matucana permiten estimar que la temperatura es de 15 °C en sus primeros niveles y 13 °C en sus niveles más altos.

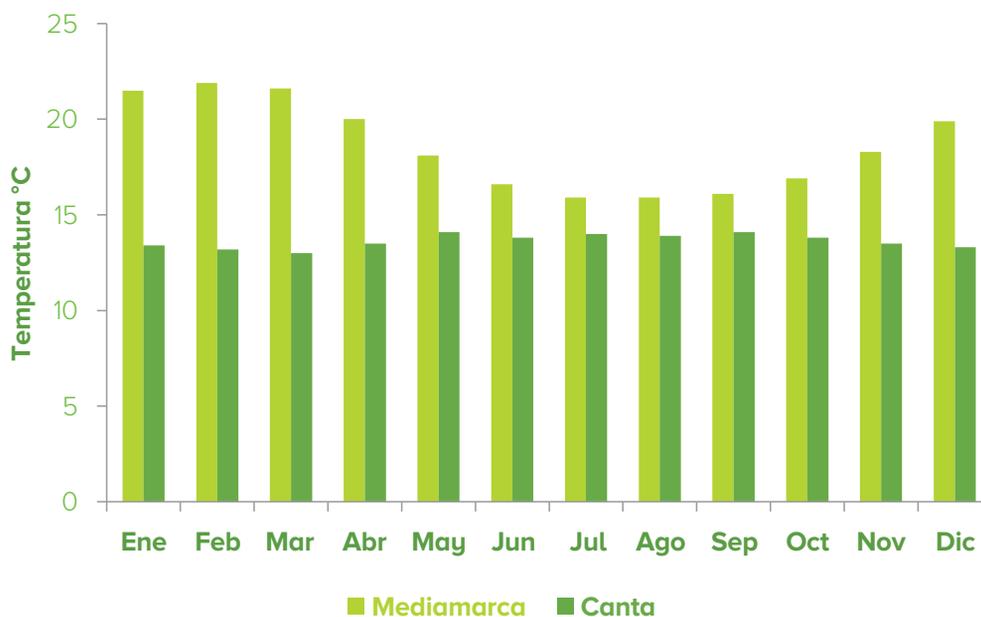
En el cuadro n.º 13 y la figura n.º 15 se presentan los valores de las temperaturas medias mensuales para las estaciones de Mediamarca y Canta. La primera refleja el comportamiento de la temperatura en la parte baja de la cuenca, y la segunda en la parte media.

**Cuadro n.º 13. Distribución mensual de la temperatura (°C) por estaciones de la parte baja y media**

Estaciones	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
Mediamarca	21,50	21,90	21,60	20,00	18,10	16,60	15,90	15,90	16,10	16,90	18,30	19,90	18,56
Canta	13,40	13,20	13,00	13,50	14,10	13,80	14,00	13,90	14,10	13,80	13,50	13,30	13,63

**Fuente:** Alternativa (s/f), medias mensuales (1969-1994)

**Figura n.º 15. Distribución mensual de la temperatura en la cuenca baja y media**



**Fuente:** MINAM, 2017

### c. Humedad relativa

Según INRENA (2003), las estaciones cercanas al litoral ofrecen registros con el más alto porcentaje de humedad y, al mismo tiempo, muy pequeña oscilación tanto en su valor promedio anual como en sus valores máximos y mínimos extremos; pero, a medida que se avanza tierra adentro, si bien el promedio se hace más bajo, todos los valores sufren mayor oscilación. En la costa, la humedad relativa anual se mantiene alrededor de 94 % y el promedio de humedad relativa anual de la cuenca del río Chillón es de 64 %.

La evaporación va en estrecha relación con la radiación solar, la cual influye directamente en la pérdida del agua retenida en el suelo. Las mayores temperaturas ocurren de diciembre a abril en la costa (Mariamarca) y en Canta registran menores temperaturas, por tanto, la evaporación es menor. La evaporación total anual registrada en la estación Huarangal alcanza los 820,5 mm.

### 6.5.2. Unidades hidrográficas

La cuenca del río Chillón está dividida naturalmente por las siguientes unidades hidrográficas: Alto Chillón, con 781 km<sup>2</sup>, que representa el 35 % del total de la cuenca; Quipichaca, con 395 km<sup>2</sup>, que comprende el 18 %; Socos, con 199 km<sup>2</sup>, que representa el 9 %; Medio Alto Chillón tiene 166 km<sup>2</sup>, que representa el 7 %; Gangay, con 149 km<sup>2</sup>, que constituye el 7 %; Medio Chillón tiene 43 km<sup>2</sup>, que comprende el 2 %; Medio bajo Chillón, con 23 km<sup>2</sup>, que representa el 1 %; Río Seco, con 169 km<sup>2</sup>, que constituye el 8 %; y, Bajo Chillón tiene aproximadamente 297 km<sup>2</sup>, que representa el 13 % del área total de la cuenca (cuadro n.º 14 y figura n.º 16).

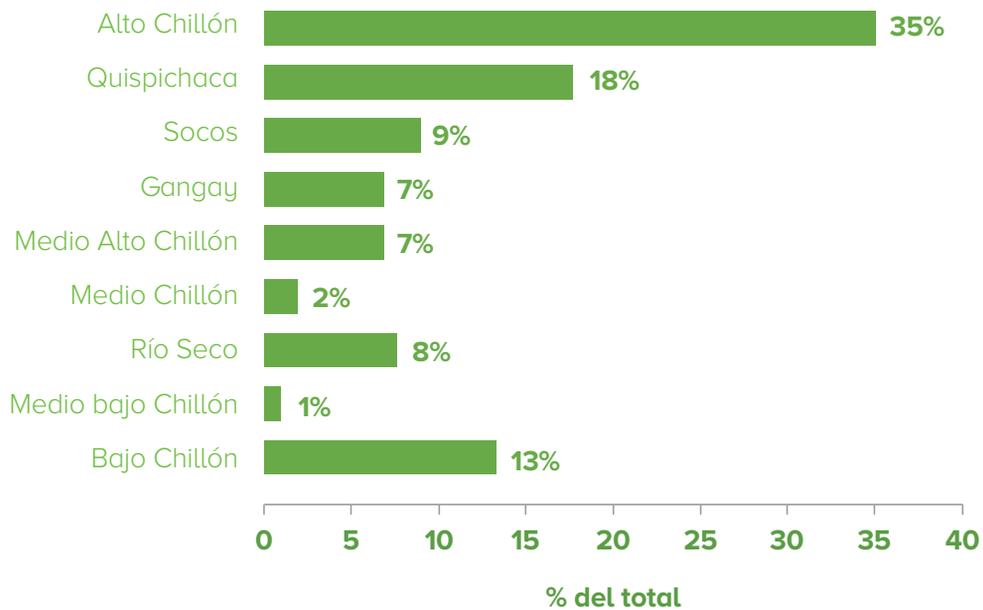
La unidad hidrográfica más grande es Alto Chillón, donde se ubican las poblaciones de Huaros, Canta y San Buenaventura, seguida de Quisquichaca, en la que se encuentran las poblaciones de Lachaqui, Arahua y San Antonio. Dichas unidades hidrográficas pertenecen a la parte alta de la cuenca, le sigue la unidad hidrográfica Bajo Chillón, donde se ubican las poblaciones de Carabayllo, Ventanilla, Comas, Los Olivos y San Martín de Porres, las cuales ocupan la parte baja de la cuenca (figura n.º 17).

**Cuadro n.º 14. Superficie de unidades hidrográficas de la cuenca**

Nº	Unidades hidrográficas	Áreas km <sup>2</sup>	% del total
1	Bajo Chillón	297.00	16.37
2	Medio Bajo Chillón	23.00	1.04
3	Río Seco	169.00	7.61
4	Medio Chillón	43.00	1.94
5	Medio Alto Chillón	166.00	7.47
6	Gangay	149.00	6.71
7	Socos	199.00	8.96
8	Quispichaca	395.00	17.78
9	Alto Chillón	781.00	35.15
<b>Total</b>		<b>2222</b>	<b>100</b>

Fuente: SENAMHI (2003) citado por INGEMMET (2011)

**Figura n.º 16. Distribución porcentual de las unidades hidrográficas**



Fuente: SENAMHI (2003) citado por INGEMMET (2011)

Figura n.º 17. Unidades hidrográficas de la cuenca del río Chillón

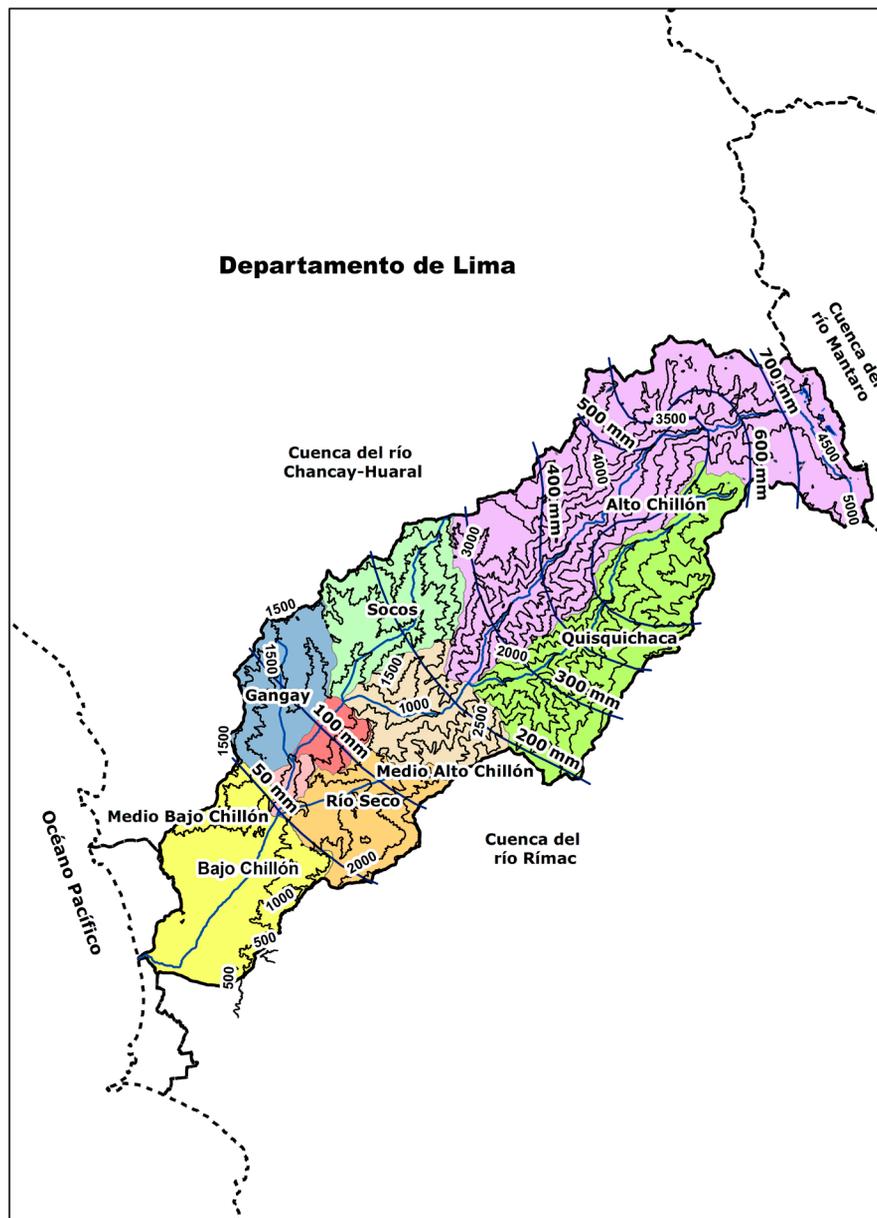


Fuente: SENAMHI (2003) citado por INGEMMET (2011)

## Diagnóstico de servicios ecosistémicos en la cuenca del río Chillón para la implementación de un Mecanismo de Retribución por Servicios Ecosistémicos

Según SENAMHI (2003) citado por INGEMMET (2011), las precipitaciones medias anuales varían desde los 0 mm desde el litoral hasta los 700 mm en la parte alta de la cuenca del río Chillón, siendo las unidades hidrográficas Alto Chillón y Quisquichaca, las cuencas con precipitaciones de 200 mm a 700 mm, respectivamente (figura n.º 18).

**Figura n.º 18. Mapa de isoyetas de la cuenca del río Chillón**



**Fuente:** SENAMHI (2003) citado por INGEMMET (2011)

### 6.5.3. Recurso hídrico

Las principales lagunas reguladas en conjunto tienen una capacidad de 19,30 MMC (laguna Chuchón con 9,30 MMC, laguna León Cocha con 4,0 MMC y laguna Azul Cocha con 6,0 MMC), las cuales descargan a partir del mes de setiembre a noviembre de acuerdo a un plan aprobado por la Junta de Usuarios del Valle Chillón (cuadro n.º 15 y figura n.º 19). Las aguas subterráneas del acuífero Chillón, son extraídas mediante pozos ubicados en la llanura aluvial del valle (INRENA, 2003).

Asimismo, las aguas que afloran en los puquiales y drenes que se incorporan al sistema de riego del valle, también pueden considerarse dentro de la oferta de agua. Las aguas servidas, provenientes de las poblaciones asentadas en la parte baja de la cuenca, son utilizadas para el riego de las áreas agrícolas que aún quedan en la parte baja (Alternativa, s/f).

El río Chillón es variado; en la parte superior, aguas arriba de la localidad de Canta, tiene una pendiente promedio de 6 %, facilitando en algunos tramos la instalación de centrales hidroeléctricas como la Central de Canta. En

su curso medio, entre Canta y Santa Rosa de Quives, la pendiente promedio es de 5 % y se tiene la central hidroeléctrica de Yaso; en su curso inferior, desde Santa Rosa de Quives hasta la desembocadura en el mar, su pendiente es alrededor de 2 %. En este último tramo se localiza la zona agrícola más importante de la cuenca y parte de la ciudad de Lima (Alternativa, s/f).

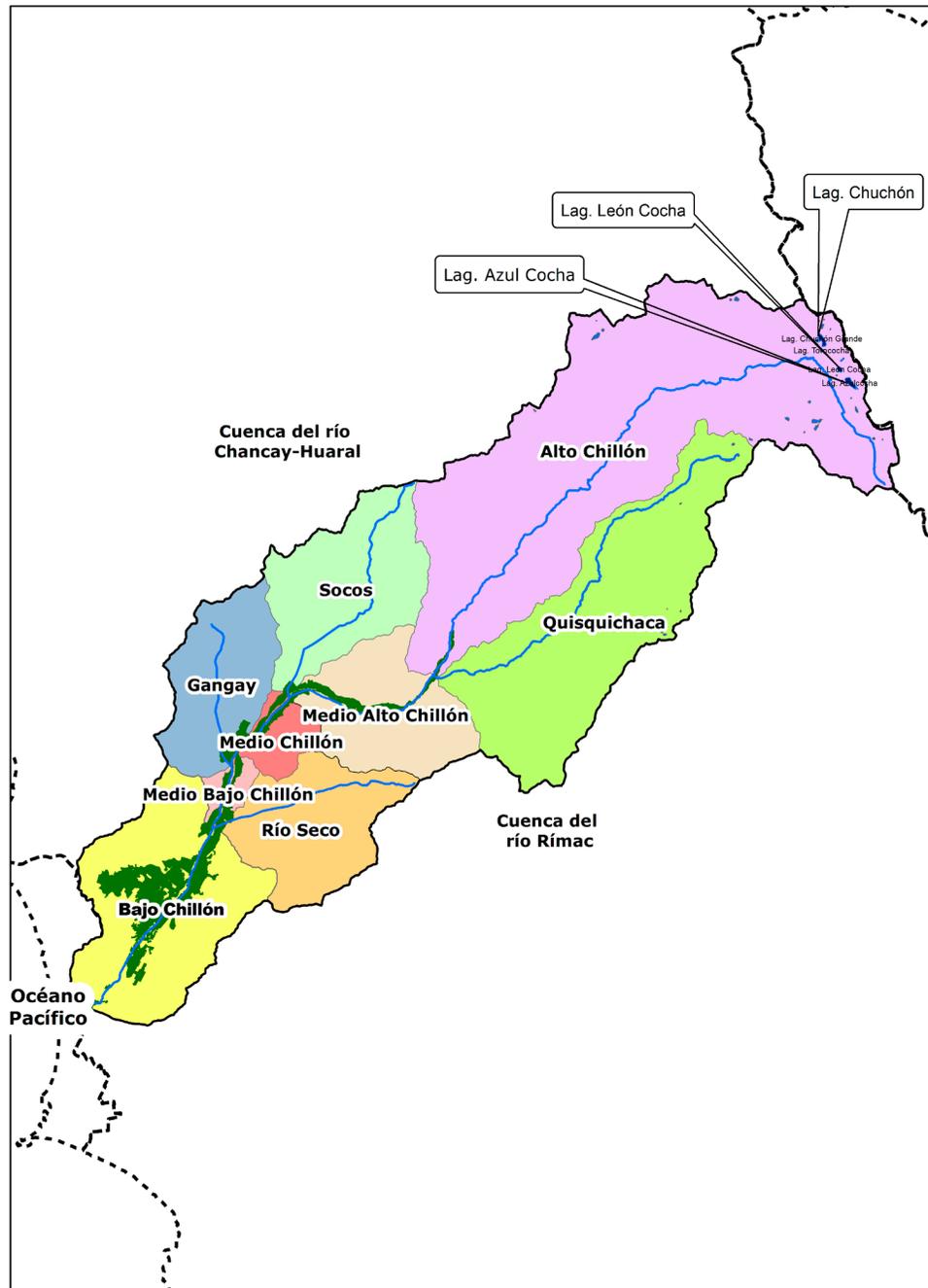
La central hidroeléctrica de Canta se ubica en la provincia de Canta, distrito de Obrajillo a una altitud de 2819 m, la cual es administrada por ENEL, que inició sus operaciones en el año 1986. Las aguas del río Chillón son captadas aguas arriba por la represa Chunchún, ubicada en el río Huara (tributario del río Chillón); las aguas tienen una caída de 120 m hasta la casa de máquinas en donde sus turbinas generan una potencia de 0,9 MW. La central hidroeléctrica de Yaso se ubica en la provincia de Canta, en el distrito de Santa Rosa de Quives, en la localidad de Yaso, a una altitud de 1150 m. La central es administrada por la empresa EDELNOR (ahora ENEL), que inició sus operaciones en 1989. Las aguas del río Chillón son tomadas aguas arriba por medio de una bocatoma, la cual conecta al canal de conducción, entregando un caudal de diseño de 1,2 m<sup>3</sup>/s, las aguas tienen una caída de 25 m hasta la casa de máquinas, donde sus turbinas generan una potencia de 0,171 MW.

**Cuadro n° 15. Lagunas reguladas; cuenca del río Chillón**

Lagunas	Almacenamiento MMC	Altura (m)	Longitud de corona (m)	% del total
Chuchón	9,30	6,20	67,00	48,19
León Cocha	4,00	15,80	34,00	20,73
Azul Cocha	6,00	14,00	110,00	31,09
<b>Total</b>	<b>19,30</b>			

Fuente: INRENA, 2003

Figura n.º 19. Información de las lagunas reguladas cuenca del río Chillón



Fuente: INRENA, 2003

### a. Oferta hídrica

Según INRENA (2003), las descargas del río Chillón se analizan con tres estaciones hidrométricas: la estación Obrajillo, que se encuentra a una altitud de 2440 m; la estación Puente Magdalena, que encuentra a una altitud de 1200 m; y, la estación Pariacocha, que se ubica a 3800 m de altitud (cuadro n.º 16). La estación Puente Magdalena ha sido considerada como estación base para registrar los caudales que ingresan al valle del río Chillón (Alternativa, s/f).

El caudal promedio anual de la estación Pariacocha es de 2,45 m<sup>3</sup>/s (77 MMC), el caudal promedio anual de la estación Obrajillo es igual a 4,76 m<sup>3</sup>/s (150 MMC) y el caudal promedio de la estación Magdalena es 8,62 m<sup>3</sup>/s, equivalente a 272 MMC (cuadro n.º 17).

El mayor escurrimiento en las tres estaciones se realiza en los meses de enero a marzo. El periodo de estiaje es de mayo a noviembre y los periodos restantes son transicionales (abril y diciembre) (figura n.º 20 y figura n.º 21).

**Cuadro n.º 16. Coordenadas y altitud de las estaciones hidrométricas**

Estación	Longitud	Latitud	Altitud (m)
Obrajillo	76° 38´	11° 27´	2 440
Puente Magdalena	76° 50´	11° 41´	1 200
Pariacocha	76° 31´	11° 24´	3 800

Fuente: INRENA (2003)

**Cuadro n.º 17. Distribución de los promedios mensuales de los caudales**

Estación (m <sup>3</sup> /s)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom.
Pariacocha	3,90	4,78	4,71	2,91	1,37	0,85	0,83	0,93	1,42	2,44	2,13	3,09	2,45
Obrajillo	7,36	10,53	10,17	6,04	3,26	2,34	2,03	1,95	2,27	3,09	3,34	4,69	4,76
Puente Magdalena	12,77	23,61	29,13	14,51	4,23	2,55	1,83	1,51	1,60	2,40	3,24	6,11	8,62

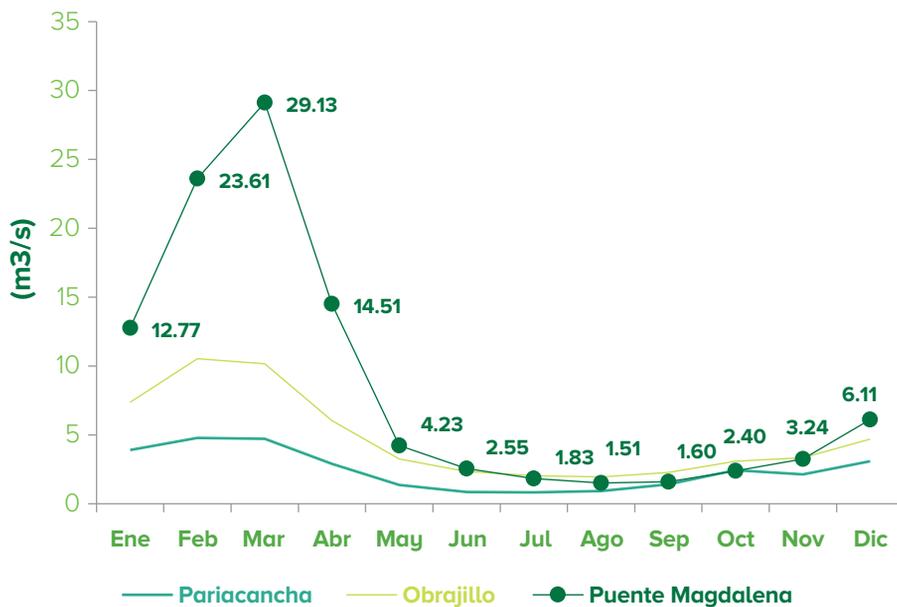
Fuente: INRENA (2003)

Figura n.º 20. Distribución mensual de caudales de la estación Puente Magdalena



Fuente: INRENA (2003)

Figura n.º 21. Distribución mensual de caudales por estaciones



Fuente: INRENA (2003)

Según INRENA (2003), de los 19,30 MMC almacenados en las principales lagunas, 12,30 MMC fueron detectados como aporte neto de agua regulada en la estación Pariacancha, que representa el 64 % del total; 11,54 MMC es el aporte neto de agua regulada en la estación Obrajillo, que comprende el 60 % del total y, finalmente, 8,20 MMC que representa el 42 %, fueron estimados como aporte neto de agua regulada en la estación Puente Magdalena. Las pérdidas de aguas que podrían existir son debido a la evaporación, conducción y los usos aguas arriba, entre otros (cuadro n.º 18).

**Cuadro n.º 18. Aporte neto de agua regulada**

Estación	Aporte del total MMC	Porcentaje del total almacenado
Pariacancha	12,30	63,73
Obrajillo	11,54	59,79
Puente Magdalena	8,20	42,49

**Fuente:** INRENA (2003)

Según el INRENA (2003), el acuífero del valle del río Chillón se origina de las filtraciones en el lecho del río y del riego del valle. Las aguas de dicho acuífero se encuentran sobreexplotadas por cerca de 80 pozos que abastecen de agua potable a los distritos del norte de Lima Metropolitana.

Estudios realizados por SEDAPAL, empleando una red de pozos de observación, mostraron que se ha producido entre los años 1985 y 1995 un descenso del nivel freático de 10 a 20 metros en amplios sectores del valle del Chillón, es decir, el descenso anual fue de 1 a 2 metros.

Las mediciones del flujo superficial del río Chillón que se llevaron a cabo al fin del año 1996 y principio del año 1997, indicaron que el río contribuye al acuífero en la zona de los

pozos de la recarga inducida, entre el puente Punchauca y el Puente Osoynik, así como en las partes más altas, entre los puentes Larancocha y Magdalena.

### **b. Demanda hídrica**

Según el INRENA (2003), la demanda hídrica total es la sumatoria de la demanda agrícola, la demanda poblacional y la demanda recreativa del valle del río Chillón. Sin embargo, la demanda industrial, al ser cubierta totalmente con explotación del agua subterránea que se realiza en el valle en un volumen anual de 1,39 MMC, no fue considerada en su estudio.

Para el cálculo de áreas bajo riego, se utilizó el plan de cultivos y riegos para la campaña 2002-2003, según la intención de siembra a nivel de la

Comisión de Regantes de la parte baja y media del valle del Chillón.

Para el caso del cálculo de la demanda hídrica poblacional consuntiva solo se consideró lo concerniente al ámbito urbano, que representa el 99 % del total. Cabe mencionar que, para afrontar la demanda hídrica poblacional en el sector norte de Lima, el Servicio de Agua Potable y Alcantarillado (SEDAPAL), a través del Consorcio Agua Azul S.A., aprovecha las aguas superficiales y subterráneas en la zona de Punchauca, permitiendo dotar de este recurso a las poblaciones de los distritos de Carabayllo, Ventanilla, Comas, Puente Piedra, Santa Rosa y Ancón.

El cuadro n.º 19 muestra la proyección de la demanda hídrica anual del valle del río Chillón en los años 2002, 2005, 2010 y 2020. Los principales usuarios son: los usuarios de aguas de riego, de agua poblacional y de agua recreacional (INRENA, 2003). De estos, el mayor demandante de agua es el sector agrícola, el cual disminuye su demanda debido a que mejora su eficiencia de riego. En el caso de la demanda de agua por el uso poblacional y el uso recreacional, estas aumentan debido a que se tiene un crecimiento de la población y un incremento del requerimiento de áreas recreativas (figura n.º 22).

**Cuadro n.º 19. Proyección de la demanda hídrica anual en el valle del río Chillón**

Proyección de la demanda hídrica anual del valle de río Chillón				
Demanda hídrica (MMC/año)	Escenarios			
	Situación actual	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
	2002	2005	2010	2020
Demanda agrícola (Parte media alta y baja)	129.1	121.7	115.1	106.5
Demanda poblacional	53.2	61.1	88.2	93.7
Demanda Recreacional	4.7	4.9	6.3	10.3
<b>Total</b>	<b>187.0</b>	<b>187.7</b>	<b>209.6</b>	<b>210.5</b>

Fuente: INRENA (2003)

Figura n.º 22. Demanda de agua anual de los principales usuarios



Fuente: INRENA (2003)

### 6.5.4. Identificación del servicio ecosistémico

En la etapa de estiaje que presenta el régimen hidrológico del río Chillón, el agua superficial, que llega al valle del río Chillón y otros usuarios, proviene del manejo de las lagunas Chuchón, Azul Cocha y León Cocha, con la finalidad de cubrir la demanda de agua principalmente de los agricultores. Asimismo, la escasa precipitación anual que existe en la cuenca del río Chillón, indica que uno de los servicios ecosistémicos hidrológicos de interés, es la regulación hídrica en la cuenca y en las principales fuentes de agua.

En la época de estiaje, los regantes riegan sus cultivos instalados a través de sus canales y parte de dichas aguas se infiltran en su trayecto al acuífero, convirtiendo a los usuarios de aguas subterráneas en beneficiarios indirectos, como es el caso del Consorcio Agua Azul. Durante la estación seca, el suministro de este consorcio proviene del agua subterránea, conformada por una red de pozos operada durante los meses de mayo y noviembre. El sistema incluye 28 pozos ubicados a lo largo del río Chillón.

El Consorcio Agua Azul trata y entrega el agua a SEDAPAL para su distribución a aproximadamente 800 000 personas en los distritos del norte de Lima (Carabayllo, Comas, Ventanilla, Ancón, Puente Piedra y Santa Rosa).

En el ciclo hidrológico, el suelo y la cobertura vegetal son parte importante de los ecosistemas andinos y contribuyen con la regulación hídrica. En la cuenca de estudio, los ecosistemas como el césped de puna, los bofedales y los pajonales ubicados en las partes altas, tienen características que ayudan a brindar dicho servicio de regulación hídrica.

Bajo ese contexto, la conservación, la recuperación o el uso sostenible de dichos ecosistemas contribuyen con la disminución de la escorrentía superficial, mejorando la infiltración y, con ello, la retención del agua en el suelo y su movimiento dentro de él. Asimismo, contribuye con la disminución de la erosión de los suelos. En consecuencia, con la conservación de dichos ecosistemas se espera que se incremente el caudal base.

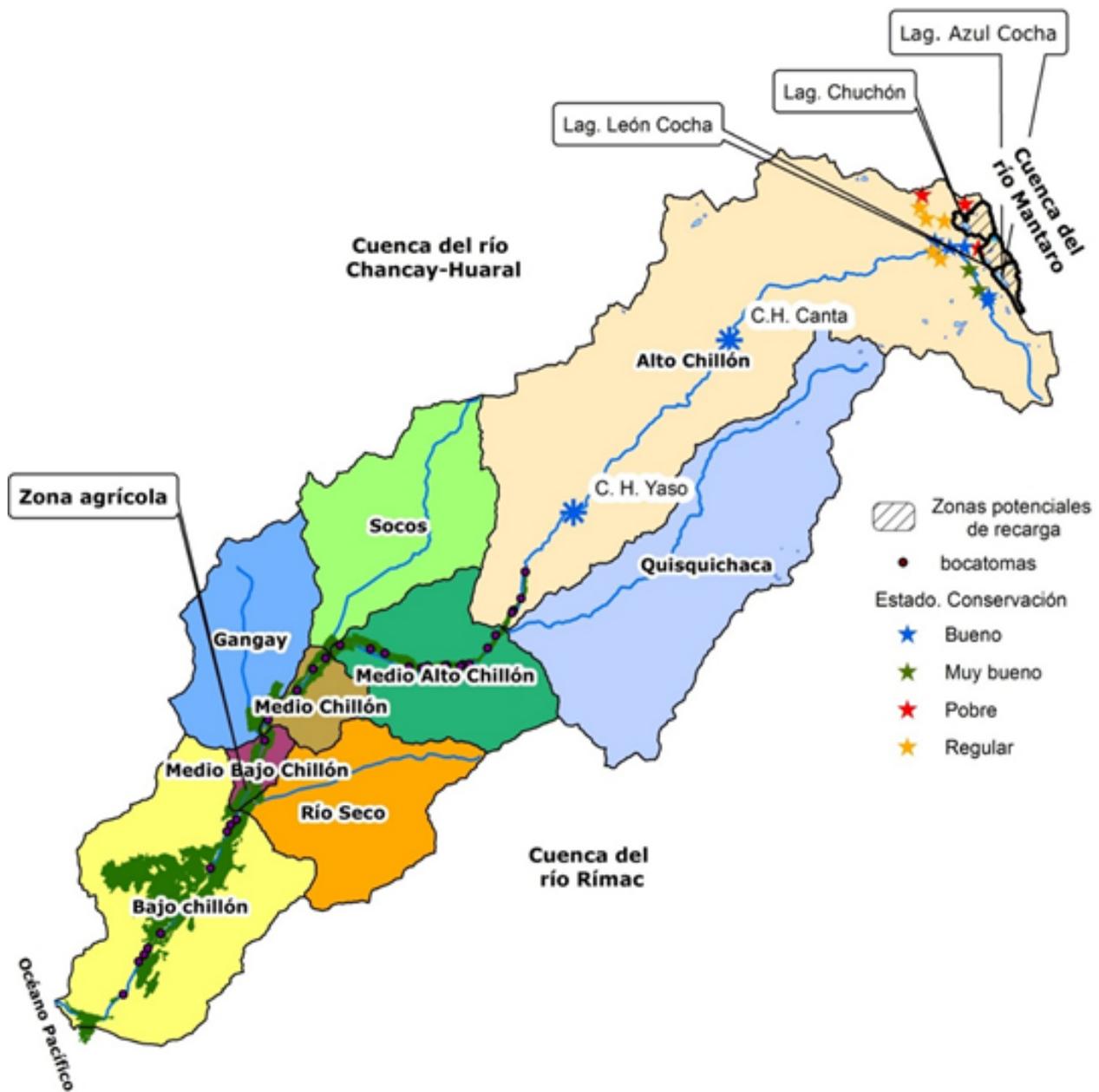
### 6.5.5. Cuencas potenciales de recarga hídrica

Como se ha descrito anteriormente, las principales lagunas reguladas (Chuchón, Azul Cocha y León Cocha) abastecen de agua al valle del río Chillón en época de estiaje. Dichas fuentes tienen sus respectivas cuencas potenciales de recarga hídrica.

Para el caso de la laguna Chuchón, el área de su cuenca de aporte tiene aproximadamente 6 km<sup>2</sup>, donde el muestreo más cercano a ella indica un estado de conservación de categoría pobre. Para la laguna León Cocha, el área de la cuenca de aporte es igual a 5 km<sup>2</sup>, donde el muestreo indica un estado de conservación pobre; y, para el caso de la laguna Azul Cocha, la superficie de la cuenca de aportes es aproximadamente de 5 km<sup>2</sup>, donde los puntos más cercanos del muestreo indican que el ecosistema se encuentra en un estado de regular a bueno (figura n.º 23).

Para el caso de las aguas no reguladas, las cuencas potenciales de recarga hídrica son la unidad hidrográfica Alto Chillón y Quisquichaca, considerando a las tomas de agua para riego como los principales usuarios del agua superficial (figura n.º 23).

Figura n.º 23. Estado de conservación de las zonas potenciales de recarga hídrica



Fuente: MINAM, 2017

### 6.5.6. Beneficiarios y contribuyentes del servicio ecosistémico

El servicio ecosistémico de regulación hídrica tendrá como potencial beneficiario directo a los usuarios de aguas para riego del valle del río Chillón, donde a través del desarrollo de dicha actividad se beneficiará a la población rural y urbana de la cuenca. Como beneficiario indirecto se tiene, principalmente, a los usuarios de aguas subterráneas.

Con relación a los contribuyentes actores que ayudarán a la conservación, la recuperación y el uso sostenible de las fuentes de los servicios ecosistémicos hídricos, según sea el caso de la intervención, se tiene a las comunidades humanas que se encuentran relacionadas directamente con las zonas a intervenir por los proyectos de recuperación, conservación o uso sostenible. (cuadro n.º 20).

**Cuadro n.º 20. Beneficiarios directos, indirectos y contribuyentes del servicio ecosistémico**

Análisis	Servicio ecosistémico	Beneficiarios directos	Beneficiarios indirectos	Contribuyentes
Caso de las aguas reguladas para uso agrícola	Regulación hídrica	Usuarios de agua superficial para riego y la población Central hidroeléctrica (Canta / Chunchún y Yaso / río Chillón)	Usuarios de agua subterránea Consorcio Agua Azul S.A., la población de los distritos del norte de Lima: Carabayllo, Comas, Ventanilla, Ancón, Puente Piedra y Santa Rosa	Población involucrada directamente y ubicada en la parte alta de la cuenca del río Chillón (Unidad hidrográfica Alto Chillón, distrito de Huaros).
Caso de las aguas que no provienen de la regulación de las lagunas	Regulación hídrica	Usuarios de agua superficial para riego y la población Central hidroeléctrica (Yaso / río Chillón)	Usuarios de agua subterránea Consorcio Agua Azul S.A., la población de los distritos del norte de Lima, Carabayllo, Comas, Ventanilla, Ancón, Puente Piedra y Santa Rosa	Población involucrada directamente en la parte alta de la cuenca del río Chillón (Unidad hidrográfica Alto Chillón y Quisquichaca).

Fuente: MINAM, 2017

## 6.6. Análisis socioeconómico

### a. Ámbito del análisis

La cuenca del río Chillón se encuentra conformada por catorce (14) distritos, los cuales han sido divididos en dos grupos. El primer grupo (cuenca media-alta) se encuentra conformado por seis (6) distritos, los cuales se ubican en la provincia de Canta; y, el segundo grupo (cuenca baja) conformado por ocho (08) distritos, los cuales en su mayoría se ubican en la provincia de Lima (cuadro n.º 21).

**Cuadro n.º 21. Distritos de la cuenca Chillón**

Provincia	Distrito	Cuenca
Canta	San Buenaventura	Cuenca media-alta
	Lachaqui	
	Huaros	
	Huamantanga	
	Arahuay	
	Canta	
Lima	Santa Rosa de Quives	Cuenca baja
	San Martín de Porres	
	Puente Piedra	
	Los Olivos	
	Comas	
Carabayllo		
Callao	Ventanilla	
	Callao	

**Fuente:** INEI, 2015

Adicionalmente, la cuenca media-alta se encuentra conformada por 225 centros poblados, de los cuales 15 son categorizados como rurales; por otro lado, la cuenca baja por 119, de los que solo 6 se consideran rurales.

### b. Población

Basado en la información del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), la población asentada en la cuenca del río Chillón es de aproximadamente de 3 millones de personas (proyección al 2015) asentada en su mayoría en la cuenca baja (99 %).

**Cuadro n.º 22. Población periodo 2005-2015**

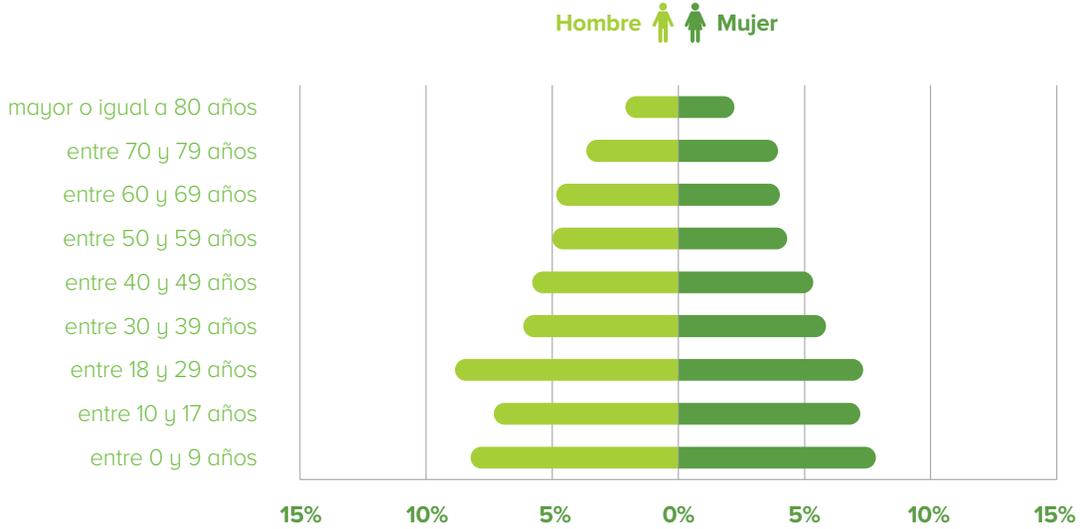
Cuenca	2005	2015	Tasa anual de crecimiento poblacional
Media - Alta	0,32	0,23	-1,07 %
Baja	99,68	99,77	2,01 %

**Fuente:** INEI, Población y Demografía. Población y Proyecciones

Por otro lado, no solo se observa una mayor presencia de la población en la cuenca baja, sino también una disminución de la población ubicada en la cuenca media-alta, presentando una tasa negativa de 1 % anual.

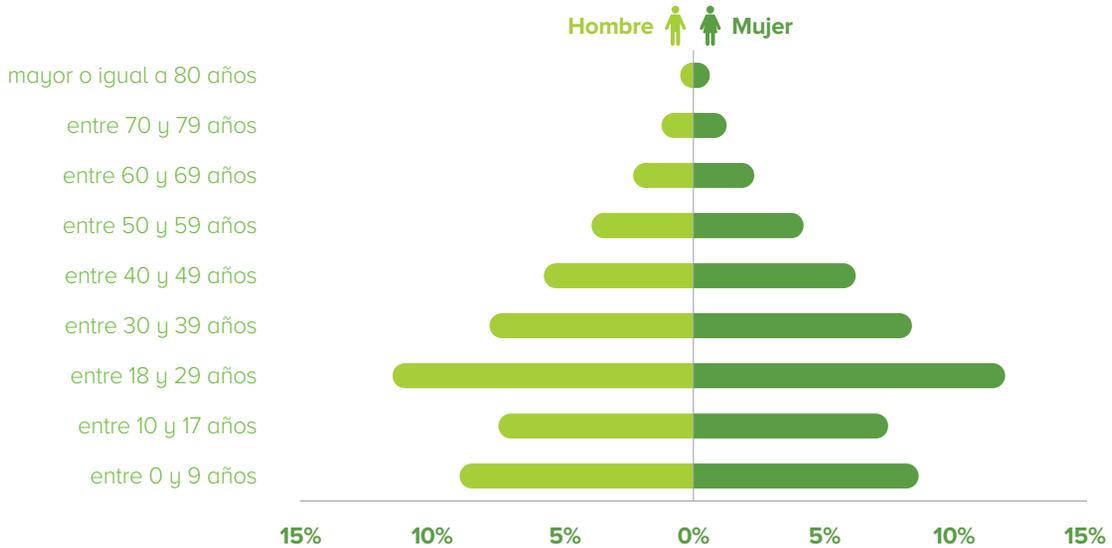
En la cuenca media-alta del río Chillón predomina la presencia masculina (52 %), especialmente de varones entre los 18 a 29 años; en cambio, en la cuenca baja la relación entre hombres y mujeres es más homogénea, aunque la presencia de mujeres alcanza un 50,8 %, mientras que la de hombres llega a un 49,2 % (figura n.º 24 y figura n.º 25).

**Figura n.º 24. Pirámide de población, por género y grupo de edad, año 2007 – Cuenca media y alta**



Fuente: INEI, 2007

**Figura n.º 25. Pirámide de población, por género y grupo de edad, año 2007 – Cuenca Baja**



Fuente: INEI, 2007

Mediante una serie de indicadores sociales y económicos se ha caracterizado a la población del área de análisis bajo un enfoque de cuenca. Estos indicadores han sido construidos a partir de la identificación de los distritos ubicados en la cuenca del río Chillón.

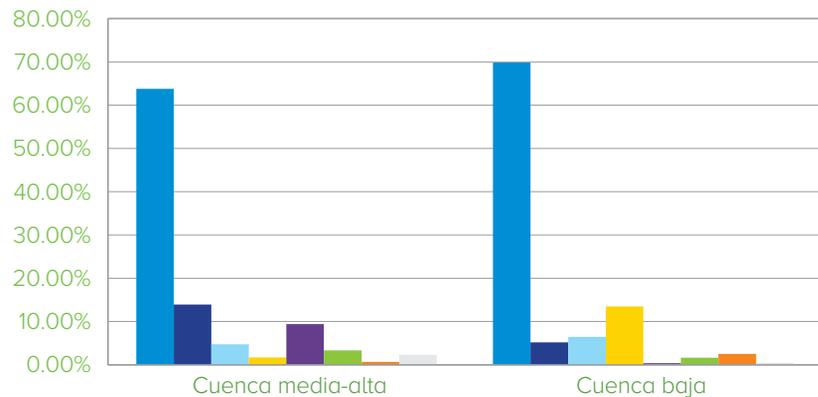
### c. Indicadores de vivienda

Las características de las viviendas permiten evaluar la estructura y características de una población, sus accesos a servicios básicos y de salud. Conociendo dichas características es posible formular, evaluar y planificar diferentes herramientas que permitan incidir en alguna de estas características para potencializarla o disminuirla, según sea el caso.

### d. Acceso y servicios básicos

Como se ha hecho mención con anterioridad, la mayoría de los distritos de la cuenca baja se ubican dentro de la provincia Metropolitana de Lima; no obstante, se observa que un alto porcentaje de las viviendas (13,53 %) tiene acceso al agua potable mediante el servicio de camiones cisterna. Por otro lado, en la cuenca media-alta un gran porcentaje tiene acceso al agua por red pública; cabe resaltar que existe un 9,45 % de la población que obtiene el agua de fuentes naturales como ríos, acequias o manantiales (figura n.º 26).

**Figura n.º 26. Suministro de agua potable, 2007**



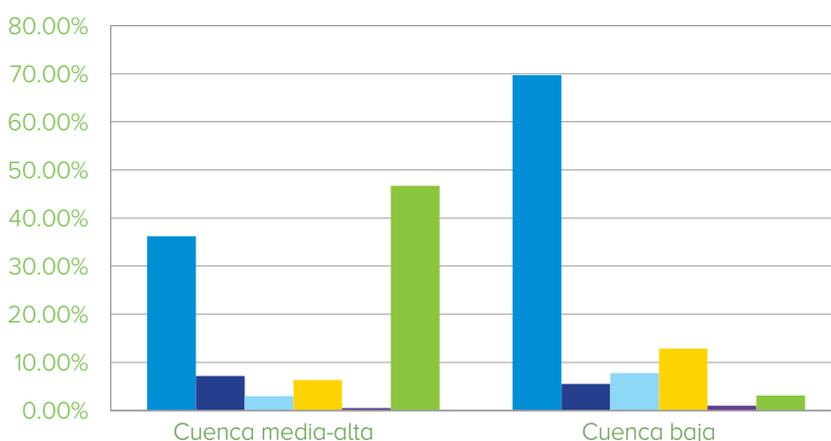
■ Red pública dentro de la vivienda (Agua potable)	<b>63.77%</b>	<b>69.80%</b>
■ Red pública fuera de la vivienda	<b>13.94%</b>	<b>5.23%</b>
■ Pilón de uso público	<b>4.79%</b>	<b>6.48%</b>
■ Camión-cisterna u otro similar	<b>1.72%</b>	<b>13.53%</b>
■ Río, acequia, manantial o similar	<b>9.45%</b>	<b>0.37%</b>
■ Vecino	<b>3.32%</b>	<b>1.62%</b>
■ Pozo	<b>0.71%</b>	<b>2.52%</b>
■ Otro	<b>2.31%</b>	<b>0.45%</b>

Fuente: INEI, 2007

El acceso al agua potable en la cuenca media–alta y baja alcanza una cobertura de casi el 80 % de las viviendas en la zona de análisis; sin embargo, con relación al servicio de desagüe, existe un alto porcentaje, especialmente en la cuenca media–alta, que no tiene acceso a este

servicio (46,73 %). Por otro lado, en la cuenca baja, la mayoría de las viviendas posee una red de desagüe (75,21 %), pero existe un porcentaje considerable de viviendas que utilizan pozos sépticos, pozos ciegos o letrinas, llegando a alcanzar un 18,75 % (figura n.º 27).

**Figura n.º 27. Servicio de desagüe, 2007**



Servicio de desagüe	Cuenca media-alta (%)	Cuenca baja (%)
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	36.19%	69.68%
Red pública de desagüe fuera de la vivienda	7.18%	5.53%
Pozo séptico	3.02%	7.82%
Pozo ciego o negro / letrina	6.34%	12.88%
Río, acequia o canal	0.55%	0.98%
No tiene	46.73%	3.11%

**Fuente:** INEI, 2007

Con respecto a la administración de agua potable y alcantarillado en la parte baja de la cuenca, SEDAPAL es la encargada de cubrir dichas necesidades en los distritos de Lima Metropolitana y Callao. Con respecto a Santa Rosa de Quives, dicho servicio es administrado por una Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (cuadro n.º 23).

**Cuadro n.º 23. Administración, operación y mantenimiento del agua potable y alcantarillado, 2015**

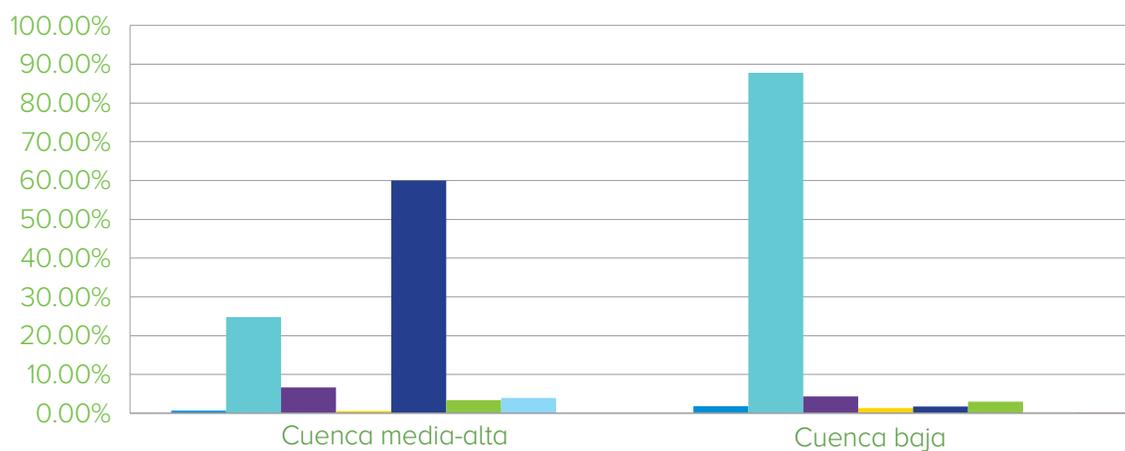
Instituciones u organizaciones	Cuenca media-alta	Cuenca baja
Empresa prestadora municipal	1	0
Empresa prestadora privada	0	0
Comité de Agua	0	0
Junta Administradora de Servicios de Saneamiento	5	1
Otro	0	1

**Fuente:** INEI, 2016

En la cuenca media-alta, en el distrito de Canta se ubica una empresa prestadora municipal, mientras que, en los demás distritos ubicados en dicha zona tienen Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento.

Se observa que en la cuenca baja la fuente de energía más utilizada por la población para cocinar es el gas (87,79 %), mientras que en la cuenca media-alta se aprecia una variedad de fuentes de energía, desde el gas hasta la bosta; sin embargo, la leña es la fuente de energía principal, alcanzando un porcentaje de 60 % (figura n.º 28).

**Figura n.º 28. Energía utilizada para cocinar, año 2007**



■ Electricidad	<b>0.66%</b>	<b>1.80%</b>
■ Gas	<b>24.78%</b>	<b>87.79%</b>
■ Kerosene	<b>6.68%</b>	<b>4.38%</b>
■ Carbón	<b>0.58%</b>	<b>1.31%</b>
■ Leña	<b>60.00%</b>	<b>1.67%</b>
■ No cocinan	<b>3.38%</b>	<b>3.02%</b>
■ Bosta, estiércol	<b>3.92%</b>	<b>0.00%</b>
■ Otro	<b>0.00%</b>	<b>0.02%</b>

**Fuente:** INEI, 2007

## e. Indicadores Sociales

### Analfabetismo

Basado en el Censo de Población del INEI (2007), en la cuenca media-alta el 91 % de la población asentada sabe leer y escribir, mientras que en la cuenca baja la población llega a un 93,15 %. Cabe mencionar que, tanto en la cuenca media-alta como en la cuenca baja, la población que no sabe leer ni escribir es de 9,50 % y 6,85 %, respectivamente; cifras relativamente altas, considerando que se encuentran cerca de la capital (cuadro n.º 24).

**Cuadro n.º 24. Porcentaje de analfabetismo**

Analfabetismo	Cuenca media-alta	Cuenca baja
Sí sabe leer y escribir	91,50 %	93,15 %
No sabe leer y escribir	8,50 %	6,85 %
Total	100,00 %	100,00 %

Fuente: INEI, 2007

### Pobreza

El indicador de pobreza desarrollado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática se basa en la pobreza monetaria. Los pobres monetarios son aquellos individuos que residen en hogares cuyo gasto per cápita mensual está por debajo del valor de la canasta de productos que permita satisfacer sus necesidades mínimas.

En función de las cotas desarrolladas por el INEI, y en sus proyecciones de población, se determinó la población que entraría en la categoría de pobreza. En la cuenca media-alta la proporción de pobreza se encuentra entre el 18,1 % y el 35,9 %, mucho mayor a la determinada en la cuenca baja, la cual se encuentra entre el 15,85 % y el 20,45 %.

**Cuadro n.º 25. Índice de pobreza**

Indicador	Cuenca media-alta	Cuenca baja
Proyección de población a junio de 2015	7 024	3 039 654
Población de pobres, cota inferior	1 277	481 717
Población de pobres, cota superior	2 523	621 480
Porcentaje de pobres, cota inferior	18,18 %	15,85 %
Porcentaje de pobres, cota superior	35,92 %	20,45 %

Fuente: INEI, 2013

### Desnutrición

La desnutrición infantil es el resultado de la ingesta insuficiente de alimentos (cantidad y calidad), la falta de una atención adecuada y la aparición de enfermedades infecciosas. Adicionalmente, existen otras causas como la falta de acceso a los alimentos, falta de atención sanitaria, sistemas sanitarios insalubres y prácticas deficientes de cuidado y alimentación (cuadro n.º 26).

**Cuadro n.º 26. Desnutrición crónica infantil**

Indicador	Cuenca media-alta	Cuenca baja
Total de niños al 2007	583	227 590
Niños con desnutrición crónica	187	21 550
Porcentaje de niños con desnutrición crónica	32,08 %	9,47 %

Fuente: INEI, 2009

En la cuenca media-alta se tiene una mayor presencia de niños (32,02 %) que presentan desnutrición crónica, a comparación de la cuenca baja, que presenta un 9,47 % de niños que se encuentran en esta condición.

### Ingreso

El ingreso promedio mensual per cápita de una familia ubicada en la cuenca media-alta es de S/ 444, aproximadamente la mitad del ingreso que se registra en la cuenca baja (S/ 911). Esta diferencia podría deberse al mayor desarrollo de las actividades productivas (PNUD, 2012).

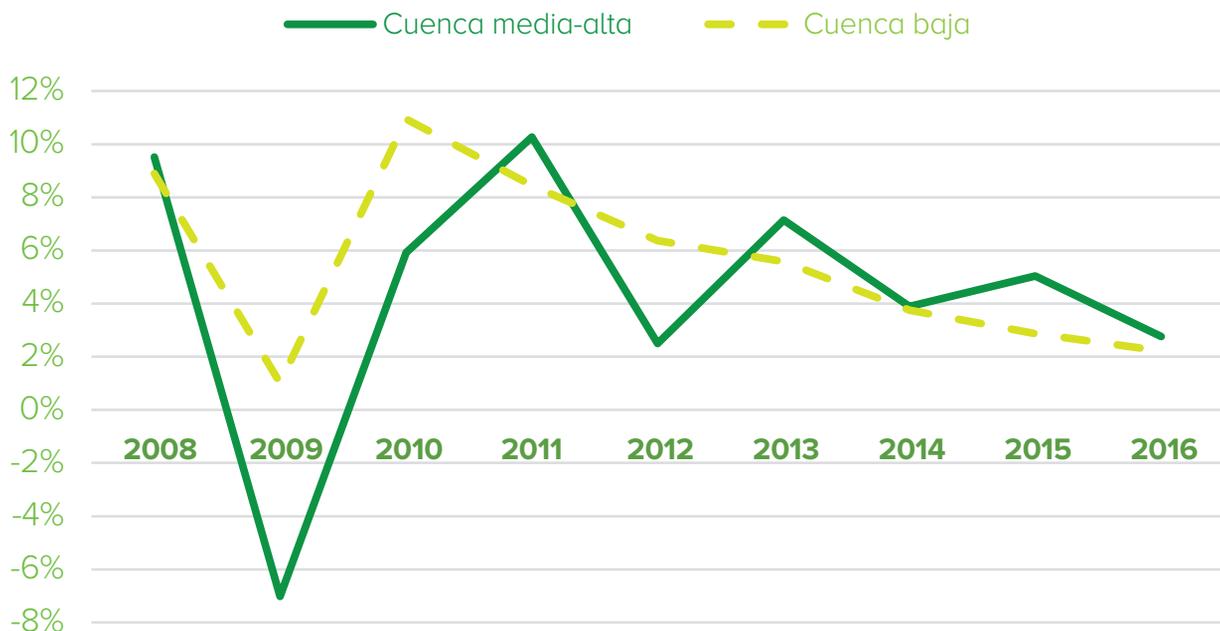
Los indicadores sociales analizados muestran contrastes significativos entre la cuenca media-alta y la cuenca baja; no obstante, el promedio de esperanza de vida entre ellas no es muy diferente, siendo de 75 y 79 años, respectivamente.

### f. Indicadores económicos

Los indicadores económicos han sido elaborados en base al valor agregado bruto, y por las actividades económicas categorizadas de CIU (Clasificación Industrial Internacional Uniforme).

El crecimiento económico de la cuenca baja y media-alta se encuentra entre el 5 % y 4 %, respectivamente. No obstante, se observa una variación mayor en el crecimiento económico de la cuenca media-alta. Dicha variación podría ser explicada por diferencias en la diversificación de empresas y su dependencia a los servicios (figura n.º 29).

**Figura n.º 29. Crecimiento del Valor Agregado Bruto (VAB), en porcentaje; años 2008 – 2016**



Fuente: INEI (s.f.)

Las actividades económicas en la cuenca baja presentan una mayor diversificación en comparación a la cuenca media-alta. No obstante, en ambas zonas la actividad comercial al por mayor y menor es la más alta y representa una participación de alrededor del 40 %.

En la cuenca media-alta, la segunda actividad principal es la de hoteles y restaurantes, que conjuntamente con la actividad de comercio representan el 80 % de las ventas. Por otro lado, en la cuenca baja la industria de manufactura es la segunda actividad principal, que conjuntamente con la primera se encuentra alrededor del 60%, debido a que la cuenca baja es menos dependiente de los servicios con respecto a la cuenca media-alta (cuadro n.º 27).

**Cuadro n.º 27. Actividades económicas por categoría CIU, año 2015**

Categoría CIU	Cuenca media-alta	Cuenca baja
Actividades inmobiliarias	4 %	13 %
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	2 %	0 %
Comercio al por mayor y al por menor	42 %	38 %
Construcción	0 %	3 %
Enseñanza	0 %	2 %
Explotación de minas y canteras	3 %	0 %
Hoteles y restaurantes	37 %	5 %
Industrias manufactureras	4 %	14 %
Intermediación financiera	1 %	0 %
Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales	4 %	12 %
Pesca	1 %	0 %
Servicios sociales y de salud	0 %	2 %
Suministro de electricidad, gas y agua	0 %	0 %
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	4 %	10 %

**Fuente:** PRODUCE, 2016

### Agricultura

Con la finalidad de caracterizar la actividad agrícola se presenta a las comunidades campesinas de la cuenca. Existen 15 comunidades campesinas registradas por INEI (cuadro n.º 28).

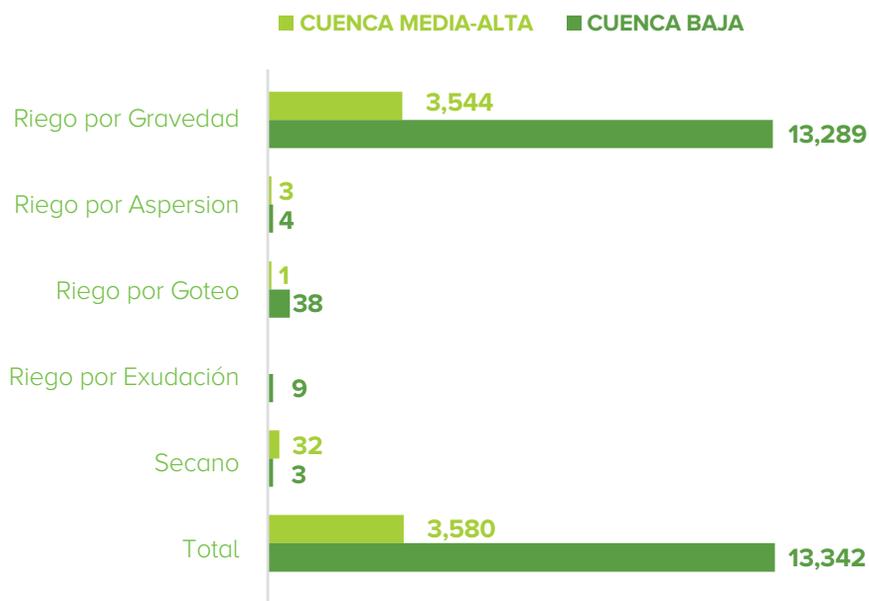
**Cuadro n.º 28. Relación de comunidades campesinas por distritos**

N.º	Comunidad campesina	Provincia	Distrito	Cuenca
1	Carhua	Canta	Canta	Media-alta
2	Pariamarca	Canta	Canta	Media-alta
3	Huacos	Canta	Huaros	Media-alta
4	Obrajillo	Canta	Canta	Media-alta
5	Quipán	Canta	Huamantanga	Media-alta
6	San Lorenzo de Cochabamba	Canta	Lachaqui	Media-alta
7	San Miguel	Canta	San Buenaventura	Media-alta
8	Incahuasi	Canta	Arahuay	Media-alta
9	Puruchuco	Canta	Huamantanga	Media-alta
10	Marco	Canta	Huamantanga	Media-alta
11	San Buenaventura	Canta	San Buenaventura	Media-alta
12	Lachaqui	Canta	Lachaqui	Media-alta
13	Huaros	Canta	Huaros	Media-alta
14	Huamantanga	Canta	Huamantanga	Media-alta
15	Canta	Canta	Canta	Media-alta

**Fuente:** INEI (s.f.)

Si bien es cierto que las actividades agrícola y ganadera no representan ingresos considerables en ninguna de las zonas de la cuenca, su análisis se vuelve relevante por ser una actividad altamente demandante de agua; asimismo, su desarrollo se ubica en áreas cercanas a las fuentes de agua.

La mayor parte de las hectáreas agrícolas se ubica en la cuenca baja (13 mil hectáreas), mientras que en la cuenca media-alta se encuentran solo 3,5 mil hectáreas. Esta distribución se debe a lo accidentado del terreno en la parte media-alta (figura n.º 30).

**Cuadro n.º 30. Tipo de riego de tierras agrícolas, año 2012**

Fuente: INEI, 2012

Por otro lado, las técnicas de riego en el área de análisis muestran que se riega casi en su totalidad por gravedad y, en el caso de la cuenca media-alta, un 1 % riega a través de secano (cuadro n.º 29).

**Cuadro n.º 29. Tipo de riego de tierras agrícolas y participación (%), año 2012**

Tipo de riego	Cuenca media - alta	Cuenca baja
Riego por gravedad	99 %	100 %
Riego por aspersión	0 %	0 %
Riego por goteo	0 %	0 %
Riego por exudación	0 %	0 %
Secano	1 %	0 %
Total	100 %	100 %

Fuente: INEI, 2012

## Diagnóstico de servicios ecosistémicos en la cuenca del río Chillón para la implementación de un Mecanismo de Retribución por Servicios Ecosistémicos

Asimismo, la producción de los terrenos agrícolas está destinada en su mayoría para venta en el mercado nacional. Las tierras reservadas para el cultivo de alimento para animales superan ampliamente a las tierras destinadas para autoconsumo. Debido a que los productos agrícolas en la cuenca del río Chillón son básicamente para el mercado nacional, podría indicarse que existe un bajo precio relativo por tonelada producida (cuadro n.º 30).

**Cuadro n.º 30. Comercialización de productos agrícolas en porcentaje, año 2012**

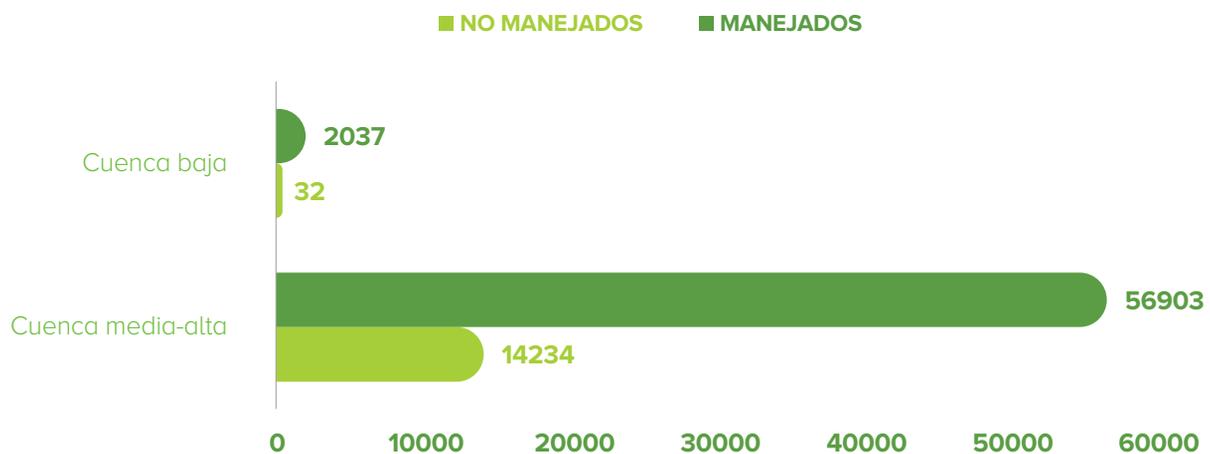
Tipo de comercialización	Cuenca media-alta	Cuenca baja
Venta	85,81 %	87,06 %
Autoconsumo	2,23 %	0,27 %
Auto insumo	0,20 %	0,03 %
Alimento para animales	11,75 %	12,63 %
Total	100,00 %	100,00 %

Fuente: INEI, 2012

### Pecuario

La mayor concentración de pastos se ubica en la cuenca media-alta, encontrándose más de 70 mil hectáreas entre pastos manejados y no manejados. Por otro lado, la cuenca baja registra un total de 2100 hectáreas (figura n.º 31).

**Figura n.º 31. Pastos naturales por manejo en hectáreas, año 2012**



Fuente: INEI, 2012

Asimismo, como suele pasar con la actividad pecuaria, el porcentaje de pastos no manejados en la totalidad de la cuenca es del 80 %. Este no manejo tiende a asociarse a temas de sobrepastoreo y degradación de los mismos (figura n.º 31).

**Figura n.º 31. Pastos naturales en porcentaje, año 2012**

Pastos naturales	Cuenca media-alta	Cuenca baja	Total
Manejados	19,4 %	0,0 %	19,5 %
No manejados	77,7 %	2,8 %	80,5 %
Total	97,2 %	2,8 %	100,0 %

Fuente: INEI, 2012

La composición pecuaria en la cuenca del río Chillón está caracterizada por una alta presencia de ganado vacuno, seguida de ganado caprino, y, en tercer lugar, el ganado equino. Asimismo, se observa que dicha actividad sobre todo se desarrolla en la cuenca media-alta (cuadro n.º 32).

**Cuadro n.º 32. Número de animales, año 2012**

Categoría	Cuenca media-alta		Cuenca baja	
	Unidades	%	Unidades	%
Vacas, toros, bueyes, otros	19 201	71,05	7 823	28,95
Corderos, carneros, otros	12 946	84,73	2 334	15,27
Llamas, alpacas, otros	1 355	98,12	26	1,88
Cabras	5 445	44,35	6 833	55,65
Caballos, potros, yeguas	939	83,99	179	16,01
Burros, burras, mulas	1 977	94,50	115	5,50
Conejos, cuyes	4 527	4,55	95 003	95,45
Pollos, gallinas, gallos, patos, pavos, otros	3 869	0,13	2 958 953	99,87
Cerdos, lechones gorrinos, otros	767	0,45	169 618	99,55
Total	51 026		3 240 884	

Fuente: INEI, 2012

### Concesiones acuícolas

En la cuenca media-alta se encuentran ocho (8) titulares de concesiones acuícolas vigentes para la crianza de trucha a pequeña escala. Tres (3) de ellos se ubican en la laguna Chuchón y el resto en el río Chillón (cuadro n.º 33).

**Cuadro n.º 33. Concesiones acuícolas, año 2017**

Nº	Recurso hídrico	Tipo	Nivel de producción	Provincia	Distrito	Zona	Cuenca
1	Chuchón / Chunchún	Laguna	Acuicultura de micro Y pequeña empresa (Amype)	Canta	Huaros	Comunidad Campesina De Cullhuay	Media-alta
2	Chuchón / Chunchún	Laguna	Menor escala	Canta	Huaros	Cordillera La Viuda	Media-alta
3	Chillón	Río	Menor escala / Producción de semilla	Canta	Canta	Zonas de Chicrín Y Obrajillo	Media-alta
4	Chillón	Río	Subsistencia	Canta	San Buenaventura	Km. 94 de Carretera Canta	Media-alta
5	Chillón	Río	Menor escala	Canta	Huaros	Anexo de Uncha	Media-alta
6	Chillón	Río	Menor escala	Canta	Huaros	Acochaca	Media-alta
7	Chuchón / Chunchún	Laguna	Menor escala	Canta	Huaros	Nevado La Viuda	Media-alta
8	Chillón	Río	Acuicultura de micro Y pequeña empresa (Amype)	Canta	Huaros	Comunidad de Huaros	Media-alta

**Fuente:** PRODUCE, sin año

## Centrales hidroeléctricas

Dentro de la cuenca del río Chillón se ubican dos centrales hidroeléctricas, la central hidroeléctrica de Yaso y la de Canta. Cada central posee dos generadores y se encuentran ubicadas en la cuenca baja y en la cuenca media-alta, respectivamente. Cabe precisar que estas centrales generan electricidad solo para la provincia de Canta (cuadro n.º 34).

**Cuadro n.º 34. Centrales hidroeléctricas, potencia instalada y producción, año 2015**

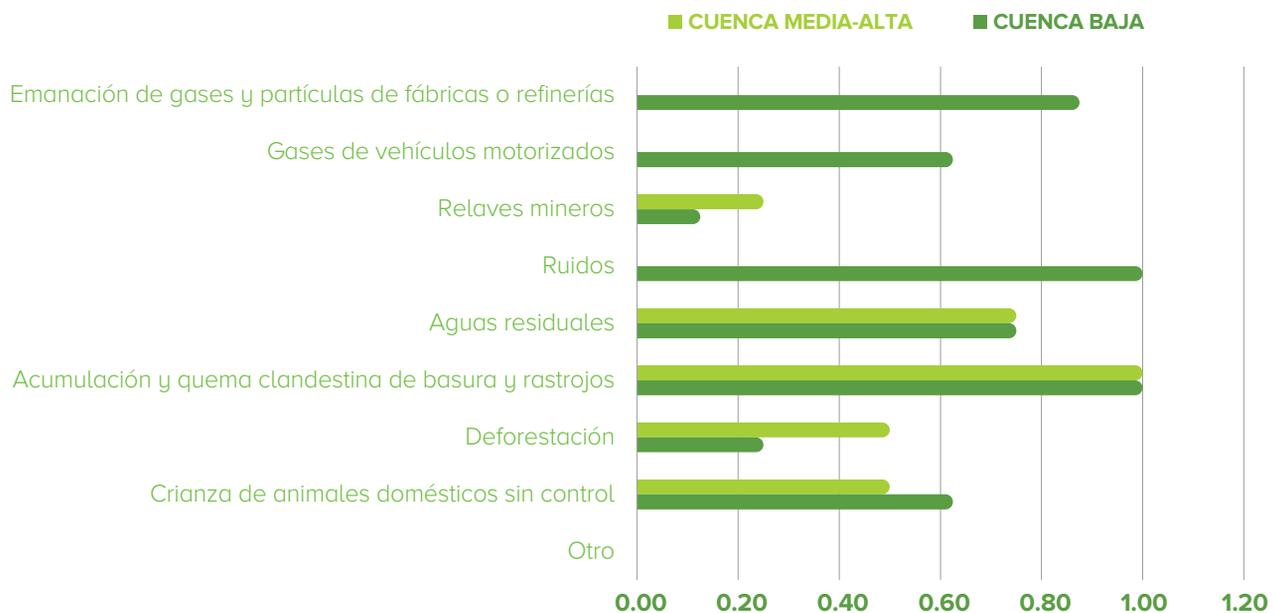
Nº	Empresa	Central	Distrito	Potencia instalada (MW)	Producción (MWH)	Cuenca
1	EDELNOR S.A.A.	C.H. Yaso	Santa Rosa de Quives	0,08	259,6	Baja
2	EDELNOR S.A.A.	C.H. Yaso	Santa Rosa de Quives	0,11	229,662	Baja
3	EDELNOR S.A.A.	C.H. Canta	Canta	0,5	2191,911	Media-alta
5	EDELNOR S.A.A.	C.H. Canta	Canta	0,5	1211,116	Media-alta

Fuente: MINEM, 2017

### g. Indicadores ambientales municipales

Las municipalidades ubicadas en la cuenca encuentran que los elementos que estarían afectando a la cuenca son la contaminación ambiental por acumulación y quema clandestina de basura y rastrojos, las aguas residuales, la deforestación, la crianza de animales domésticos sin control y los relaves mineros, en ese orden (figura n° 32).

**Figura n.º 32. Contaminación ambiental por prioridad, 2016**



Fuente: INEI, 2016

**Nota:** El orden de prioridad de la contaminación ambiental se calculó de acuerdo con las municipalidades que declararon esa fuente de contaminación. Mientras más municipalidades declaran una fuente, tendrán un mayor valor.

En la cuenca baja, las municipalidades distritales también consideran como elementos contaminantes a los ruidos, la emanación de gases y partículas de fábricas o refinerías, y los gases de vehículos motorizados. En cambio, en la cuenca media-alta, la contaminación ambiental estaría ocasionada por las aguas residuales y la acumulación de basura.



# 7. Conclusiones y recomendaciones

- Los ecosistemas altoandinos pajonal de puna y césped de puna cubren la mayor parte de los ecosistemas altoandinos, y en mínima proporción están el bofedal y el tolar. Para la evaluación no se consideraron aquellos ubicados en laderas con pendientes muy inclinadas y escarpadas, consideradas como de protección.
- De las 15 parcelas levantadas en campo, un 33,3 % resultaron con un estado de conservación regular, un 33,3 % Bueno, un 20 % Pobre y el resto como Muy bueno.
- Se recomienda que las estrategias propuestas como: sistema de pastoreo, fertilización, revegetación, quemas, manejo de aguadas y control de plantas invasoras, sean desarrolladas en un posterior estudio con detalle, con el fin de contar con datos cuantificables acerca de los beneficios que conlleva la implementación de un MERESE en la cuenca.
- La precipitación de la cuenca, desde 60 mm/año en su parte más baja hasta 700 mm/año en la parte más alta de la cuenca, denota que en gran parte de la cuenca existe déficit hídrico y que aproximadamente el 85 % de la precipitación se concentra solo en la parte alta.
- El mayor caudal que se registra en la cuenca es en Puente Magdalena a 1200 m de altitud, equivalente a 8,62 m<sup>3</sup>/s (año 2003).

- La demanda hídrica en la cuenca en general se incrementa desde el año 2002 (187 MMC) al año proyectado (2010,5 MMC). Este incremento se refleja en el agua para consumo de la población y para recreación, mientras que el uso agrícola tiende a decrecer.
  - La demanda del recurso hídrico por las industrias y otros, se abastece del agua subterránea, existiendo un total de 28 pozos en la cuenca.
  - Debido al estado de conservación “pobre” registrado en el ámbito de las lagunas altoandinas reguladas, es necesario la implementación de un MERESE con el fin de elevar el estado actual de conservación de los ecosistemas y por ende mejorar la capacidad de regulación hídrica.
- Los beneficiarios de la aplicación de un MERESE son los agricultores de la cuenca media y baja, la población en general, las centrales hidroeléctricas y los usuarios indirectos (agua subterránea).

# 8. Bibliografía

- **INEI. 2007.** *Censo Nacional 2007: Población y vivienda.*
- **INEI. 2012.** *IV Censo agropecuario.*
- **INEI. 2016.** *Formas de acceso al agua y saneamiento.*
- **INEI. 2016.** *Perú: Anuario de estadísticas ambientales.*
- **INRENA. 2003.** *Estudio integral de los recursos hídricos de la cuenca del río Chillón.*
- **MIMAM. 2015.** *Mapa Nacional de Cobertura Vegetal.*
- **MINAM. 2014.** *Ley de mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos. Ley n.º 32215.*
- **MINAM. 2016.** *Guía complementaria para la compensación ambiental: ecosistemas altoandinos pajonal (Resolución Ministerial n.º 183-2016-MINAM).*
- **MINAM. 2016.** *Reglamento de la Ley de mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos. Decreto Supremo n.º 009-2016-MINAM.*
- **MINEM. 2017.** *Atlas del potencial hidroeléctrico del Perú.*
- **ONERN, 1976.** *Mapa Ecológico del Perú. Memoria Explicativa. 147 p.*
- **ONERN. 1975.** *Inventario y evaluación de los recursos naturales de la zona del proyecto Marcapomacocha. 585 p.*
- **PRODUCE. 2016.** *Actividades económicas por categorías CIU.*









Foto: Michel León / Forest Trends



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

**EL PERÚ PRIMERO**

**Ministerio del Ambiente**  
Av. Antonio Miroquesada 425  
Magdalena del Mar, Lima - Perú  
(511) 611 - 6000  
[www.gob.pe/minam](http://www.gob.pe/minam)