



**UNL**

Universidad  
Nacional  
de Loja

## Universidad Nacional de Loja

### Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

#### Carrera de Ingeniería Agrícola

### Caracterización socioeconómica de las microcuencas de los cantones Puyango y Pindal de la cuenca hidrográfica Puyango.

Trabajo de Integración Curricular,  
previo a la obtención del título de  
Ingeniera Agrícola

#### **AUTOR:**

Tania Denisse Cartuche Cango

#### **DIRECTOR:**

Ruth Ximena Aguiñaca Caraguay. Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2025

# Certificación



unl

Universidad  
Nacional  
de Loja

Sistema de Información Académico  
Administrativo y Financiero - SIAAF

## CERTIFICADO DE CULMINACIÓN Y APROBACIÓN DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, **Aguinsaca Caraguay Ruth Ximena**, director del Trabajo de Integración Curricular denominado **Caracterización socioeconómica de las microcuencas del cantón Puyango y Pindal de la cuenca hidrográfica Puyango**, perteneciente al estudiante **Tania Denisse Cartuche Congo**, con cédula de identidad N° **1150424214**.

### Certifico:

Que luego de haber dirigido el **Trabajo de Integración Curricular**, habiendo realizado una revisión exhaustiva para prevenir y eliminar cualquier forma de plagio, garantizando la debida honestidad académica, se encuentra concluido, aprobado y está en condiciones para ser presentado ante las instancias correspondientes.

Es lo que puedo certificar en honor a la verdad, a fin de que, de así considerarlo pertinente, el/la señor/a docente de la asignatura de **Integración Curricular**, proceda al registro del mismo en el Sistema de Gestión Académico como parte de los requisitos de acreditación de la Unidad de Integración Curricular del mencionado estudiante.

Loja, 29 de Febrero de 2024



RUTH XIMENA  
AGUINSACA CARAGUAY

F)

DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN  
CURRICULAR



Certificado TIC/TT.: UNL-2024-000473

1/1  
*Educamos para Transformar*

## **Autoría**

Yo, **Tania Denisse Cartuche Congo**, declaro ser autora del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

**Firma:** 

**Cédula de identidad:** 1150424214

**Fecha:** 16 de enero de 2025

**Correo electrónico:** [tania.cartuche@unl.edu.ec](mailto:tania.cartuche@unl.edu.ec)

**Teléfono:** 0985568026

**Carta de autorización por parte de la autora, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica de texto completo, del Trabajo de Integración Curricular. -**

Yo, **Tania Denisse Cartuche Cango**, declaro ser autora del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Caracterización socioeconómica de las microcuencas de los cantones Puyango y Pindal de la cuenca hidrográfica Puyango**, como requisito para optar por el título de **Ingeniera Agrícola**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo, en la ciudad de Loja, a los dieciséis días del mes de enero del año dos mil veinticinco.

**Firma:** 

**Autor:** Tania Denisse Cartuche Cango

**Cédula:** 1150424214

**Dirección:** Miraflores alto

**Correo electrónico:** [tania.cartuche@unl.edu.ec](mailto:tania.cartuche@unl.edu.ec)

**Teléfono:** 0985568026

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**Directora del trabajo de integración curricular:** Ruth Ximena Aguiñaga Caraguay. Mg. Sc.

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a mis abuelitos maternos, quienes con su sabiduría, cariño y enseñanzas han sido pilares fundamentales en mi vida. Su ejemplo de esfuerzo y perseverancia siempre será mi mayor inspiración.

A mis tías y tíos, por ser como segundos padres, por sus consejos, apoyo incondicional. Su cariño y confianza han sido esenciales para llegar hasta aquí.

Y especialmente a mi mamá, por su amor incondicional, sacrificio y por creer en mí.

A mi querida ahijada Sarita Janeth, por ser mi compañera de desvelos, por sus risas y abrazos que hicieron más llevaderos los momentos difíciles. Este logro es también un reflejo del amor que me inspiras y por recordarme siempre la belleza de los pequeños momentos.

*Tania Denisse Cartuche Cango*

## **Agradecimiento**

En primer lugar, agradezco a Dios, por darme salud, fortaleza y la capacidad de superar los desafíos que encontré en el camino. Su guía ha sido una luz constante en mi vida.

A mi madre, tíos, tías y abuelitos maternos quienes han sido mis pilares incondicionales, gracias por sus consejos, su sacrificio, su paciencia y, sobre todo, por creer en mí incluso en los momentos en los que yo misma dudé. Su ejemplo de esfuerzo y perseverancia ha sido mi principal inspiración.

Quiero agradecer y dedicar un espacio especial en este trabajo a Danny Cartuche un ángel que me cuida desde el cielo. Te agradezco por todo lo que me enseñaste, he hiciste para que pudiera estar aquí hoy, logrando este sueño. Tu ejemplo me dio el impulso necesario para superar los obstáculos, sabiendo que desde donde estás sigues siendo mi apoyo y mi inspiración.

A mi directora de Trabajo de Integración Curricular, Ing. Ximena Aguinsaca, quiero expresarle mi más profundo agradecimiento por su dedicación, paciencia y constante guía durante el desarrollo de este trabajo. Gracias por compartir conmigo su experiencia y por mostrarme siempre el camino correcto con sabiduría y amabilidad.

A la Universidad Nacional de Loja y a los docentes de la carrera de Ingeniería Agrícola, quienes a lo largo de estos años compartieron conmigo no solo sus conocimientos, sino también su pasión por el aprendizaje y su compromiso con la educación. Cada uno de ustedes dejó una huella imborrable en mi formación académica y personal.

Quiero agradecer también al Ing. Fernando González por brindarme las herramientas, recursos y apoyo necesario para llevar a cabo esta investigación.

Finalmente, a todas las personas que, de una manera u otra, contribuyeron a este proyecto, ya sea con un consejo, una palabra de aliento o simplemente confiando en mis capacidades, les expreso mi más sincero agradecimiento.

Este logro no es solo mío, sino de todos aquellos que me acompañaron en este viaje.

*Tania Denisse Cartuche Cango*

## Índice de contenidos

Portada .....	i
Certificación.....	ii
Autoría .....	iii
Carta de autorización .....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice de contenidos .....	vii
Índice de tablas.....	ix
Índice de figuras .....	x
Índice de anexos .....	xi
1.    Título .....	1
2.    Resumen .....	2
Abstract.....	3
3.    Introducción.....	4
4.    Marco Teórico .....	8
4.1.  Cuenca hidrográfica y su relación con la planificación agrícola.....	8
4.2.  Características biofísicas de una cuenca hidrográfica .....	8
4.2.1. Tierra .....	9
4.2.2. Trabajo.....	10
4.2.3. Capital.....	10
4.3.  Cuenca hidrográfica como sistema.....	10
4.4.  Características socioeconómicas de una cuenca hidrográfica .....	11
4.5.  Uso del agua en la cuenca hidrográfica .....	12
4.5.1. Productivos .....	12
4.5.2. Ambientales.....	12
4.5.3. Industriales .....	13
4.5.4. Oferta y demanda hídrica .....	13
4.5.5. Índice de uso de agua .....	13
4.6.  Juntas de riego en la gestión del recurso .....	14
4.7.  El agua en el cantón Puyango.....	15
4.8.  El agua en el cantón Pindal .....	15
4.9.  Sistemas de Información geográfica .....	15
5.    Metodología.....	16

5.1. Ubicación y descripción del área de estudio .....	16
5.2. Métodos y técnicas usadas.....	17
5.3. Metodología para el primer objetivo .....	18
5.4. Metodología para el segundo objetivo .....	19
6. Resultados.....	20
6.1. Caracterización socioeconómica de las unidades hidrográficas.....	20
6.1.1. Unidad hidrográfica Cochurco del Cantón Puyango.....	20
6.1.2. Unidad hidrográfica Chirimoyo del Cantón Puyango .....	23
6.1.3. Unidad hidrográfica Pavas Cantones Puyango y Pindal .....	26
6.2. Cuantificación del uso del recurso hídrico de las microcuencas de los cantones Puyango y Pindal pertenecientes a la cuenca hidrográfica Puyango.....	29
6.3. Oferta, Demanda e Índice del uso del agua.....	30
7. Discusión .....	31
7.1. Aspectos socioeconómicos de las microcuencas de los cantones Puyango y Pindal pertenecientes a la cuenca hidrográfica Puyango .....	31
7.2. Uso del recurso hídrico de las microcuencas de los cantones Puyango y Pinal pertenecientes a la cuenca hidrográfica Puyango .....	32
8. Conclusiones.....	34
9. Recomendaciones .....	35
10. Bibliografía.....	36
11. Anexos.....	43

## Índice de tablas

Tabla 1. Rangos Índice de uso de agua.....	13
Tabla 2. Población demográfica y densidad poblacional en la Unidad hidrográfica Cochurco	20
Tabla 3. Actividades socioeconómicas de la Unidad hidrográfica Cochurco .....	20
Tabla 4. División administrativa y ecológica de la Unidad hidrográfica Cochurco .....	22
Tabla 5. Población demográfica y densidad poblacional en la Unidad hidrográfica Chirimoyo .....	23
Tabla 6. Actividades socioeconómicas de la Unidad hidrográfica Chirimoyo.....	23
Tabla 7. División administrativa y ecológica de la Unidad hidrográfica Chirimoyo .....	26
Tabla 8. Población demográfica y densidad poblacional de la Unidad hidrográfica Pavas ....	26
Tabla 9. Actividades socioeconómicas de la Unidad hidrográfica Pavas.....	26
Tabla 10. División administrativa y ecológica de la Unidad hidrográfica Chirimoyo .....	28
Tabla 11. Uso del recurso hídrico Unidad hidrográfica Cochurco en el 2023 .....	29
Tabla 12. Uso del recurso hídrico Unidad hidrográfica Chirimoyo .....	29
Tabla 13. Uso del recurso hídrico Unidad hidrográfica Pavas .....	30

## Índice de figuras

Figura 1. Cuenca hidrográfica Puyango.....	16
Figura 2. Unidades hidrográficas seleccionadas.....	17
Figura 3. Cobertura vegetal Unidad hidrográfica Cochurco.....	21
Figura 4. Cultivos Unidad hidrográfica Cochurco.....	21
Figura 5. Uso de suelo Unidad hidrográfica Cochurco.....	22
Figura 6. Texturas Unidad hidrográfica Cochurco. ....	22
Figura 7. Cobertura vegetal Unidad hidrográfica Chirimoyo.....	24
Figura 8. Cultivos Unidad hidrográfica Chirimoyo.....	24
Figura 9. Uso de suelo Unida hidrográfica Chirimoyo.....	25
Figura 10. Texturas Unidad hidrográfica Chirimoyo. ....	25
Figura 11. Cobertura vegetal Unidad hidrográfica Pavas.....	27
Figura 12. Cultivos Unidad hidrográfica Pavas.....	27
Figura 13. Uso de suelo Unidad hidrográfica Pavas.....	28
Figura 14. Texturas Unidad hidrográfica Pavas. ....	28
Figura 15. Oferta, Demanda e Índice de uso de agua.....	30

## **Índice de anexos**

Anexo 1. Información general unidades hidrográficas en estudio.....	43
Anexo 2. Reconocimiento de la zona de estudio. ....	46
Anexo 3. Desarrollo de entrevistas. ....	47
Anexo 4. Obtención de datos de la población.....	48
Anexo 5. Desarrollo de talleres participativos. ....	48
Anexo 6. Suministros de agua. ....	49
Anexo 7. Métodos de eliminación de la basura. ....	50
Anexo 8. Tipos de vía. ....	51
Anexo 9. Certificado de la realización del abstract. ....	52

## **1. Título**

Caracterización socioeconómica de las microcuencas de los cantones Puyango y Pindal de la cuenca hidrográfica Puyango.

## 2. Resumen

La caracterización socioeconómica de las microcuencas es fundamental para gestionar de manera sostenible los recursos hídricos y promover el desarrollo integral de las comunidades locales. En este estudio, se analizaron las unidades hidrográficas Cochurco, Chirimoyo y Pavas, ubicadas en los cantones Puyango y Pindal, que forman parte de la cuenca Puyango. Mediante visitas de campo, entrevistas, análisis cualitativo y herramientas geoespaciales como *ArcGIS* y *QGIS*, se recopiló información sobre demografía, actividades económicas y se generaron mapas temáticos. Se identificó una variada cobertura vegetal y suelos aptos para la agricultura, destacando el maíz como cultivo principal. La falta de infraestructura de riego y la baja calidad del agua limitan el acceso al recurso hídrico, afectando tanto el consumo doméstico como las actividades productivas. Además, las temporadas de sequía agravan el déficit hídrico, especialmente en la unidad hidrográfica Cochurco, la de mayor extensión y población. El estudio también evidenció una gestión ineficiente del recurso hídrico, marcada por la ausencia de juntas de regantes, lo que intensifica la inequidad en su distribución. Estas problemáticas resaltan la necesidad de implementar estrategias integrales que incluyan mejoras en infraestructura, fortalecimiento organizacional y prácticas sostenibles para garantizar el acceso equitativo al agua y mejorar la calidad de vida de las comunidades. Este análisis proporciona información clave para la planificación y gestión hídrica en las microcuencas de Puyango y Pindal.

Palabras clave: recursos hídricos, desarrollo sostenible, análisis socioeconómico, gestión comunitaria.

## **Abstract**

Understanding the socioeconomic dynamics of micro-watersheds is crucial for sustainable water resource management and fostering the holistic development of local communities. This study examines the hydrographic units of Cochurco, Chirimoyo, and Pavas, located in the Puyango and Pindal cantons, which form part of the Puyango River Basin. Data were gathered through field visits, interviews, qualitative analysis, and the use of geospatial tools such as ArcGIS and QGIS to produce thematic maps and insights on demographics and economic activities. The findings highlight a varied vegetative cover and agricultural soils, with maize as the predominant crop. However, limited irrigation infrastructure and poor water quality restrict access to water resources, affecting both domestic use and agricultural productivity. Seasonal droughts further exacerbate water scarcity, particularly in the Cochurco hydrographic unit, which has the largest population and land area. The study also revealed inefficient water resource management, marked by the absence of irrigation boards, which deepens inequities in water distribution. These challenges emphasize the need for integrated strategies that include infrastructure upgrades, organizational capacity building, and sustainable practices to ensure equitable water access and improve community livelihoods. This analysis provides essential insights for planning and managing water resources in the micro-watersheds of Puyango and Pindal.

Keywords: water resources, sustainable development, socioeconomic analysis, community-based management.

### 3. Introducción

El manejo integral del suelo y el agua es fundamental para el desarrollo de una producción agrícola sostenible, estos recursos sustentan la producción de los alimentos. El suelo, en particular, proporciona materias primas, garantiza la retención y almacenamiento de carbono, actúa como un reservorio del patrimonio geológico, facilita la reserva de agua y el ciclo de nutrientes, y preserva la biodiversidad. Es la base para satisfacer las necesidades de cultivos y el bienestar de una población en crecimiento (Quimbaya, 2022).

Según la FAO (2002), el agua y la seguridad alimentaria están interrelacionadas; aproximadamente 800 millones de personas en el mundo sufren hambre, la mayoría de las cuales habita en regiones con escasez de agua.

A nivel global, se estima que existen alrededor de 1 400 millones de km<sup>3</sup> de agua, de los cuales solo 35 millones (2,5 %) son agua dulce proveniente de la escorrentía superficial. Las extracciones anuales para uso humano ascienden aproximadamente a 3 600 km<sup>3</sup>. La demanda mundial de agua supera la disponibilidad actual, impulsada por el crecimiento poblacional y sectores industriales como la agricultura de regadío, la ganadería, la producción de energía y la manufactura. La falta de inversión en infraestructura hídrica y políticas insostenibles, junto con el aumento de la variabilidad climática, afectan negativamente el suministro disponible (Kuzma et al., 2023).

La contaminación del agua por actividades humanas como la agricultura, la industria y la minería impactan negativamente en las microcuencas. Estas actividades pueden introducir productos químicos y desechos en los cuerpos hídricos; además, de causar erosión del suelo por deforestación y agricultura intensiva. Esto también contribuye a la pérdida de biodiversidad a causa de la urbanización y sobreexplotación de los recursos hídricos (Rodríguez et al., 2022).

En América Latina y el Caribe se están adoptando enfoques integrados para el manejo de cuencas hidrográficas y zonas costeras. Los cambios en el marco legal incluyen conceptos clave como la descentralización del manejo hídrico, la participación activa de gobiernos, usuarios y comunidades, así como considerar el agua como un activo económico. Estas tendencias fomentan el desarrollo de mercados del agua y promueven su conservación con participación del sector privado (OAS, 2015).

Desde 1960, la demanda de agua en América Latina y el Caribe se ha duplicado debido al crecimiento poblacional y a las necesidades industriales; se espera que esta demanda aumente un 43 % para 2050, lo que refleja un estrés hídrico creciente entre oferta y demanda. Cuanto más cercana esta relación, mayor será el estrés hídrico, lo que hace que las unidades hidrográficas sean más vulnerables a la escasez (PNUD, 2024). En Ecuador, los recursos hídricos están bajo presión debido a una demanda desigualmente distribuida en espacio y tiempo. Con más ríos por unidad de área que cualquier otro país del mundo, Ecuador cuenta con importantes recursos hídricos estimados en 289 mil millones m<sup>3</sup>/años provenientes de sus cauces fluviales (Padrino, 2018). De esta cantidad, se estima que un 81 % se destina a actividades agrícolas, ganaderas y acuícolas; el riego es esencial para garantizar una producción alimentaria adecuada (CODESAN, 2022).

Chamba et al. (2019) refiere, la presión sobre los recursos hídricos en Ecuador también proviene del consumo humano (10 %), industrial (18 %) y riego (80 %). Las problemáticas ambientales más significativas incluyen descargas de aguas residuales urbanas no tratadas, contaminación por minería, entre otros metales pesados, el mercurio y plomo, prácticas agrícolas degradantes como monocultivos y uso excesivo de agroquímicos. A pesar de estos desafíos ambientales, Ecuador ha desarrollado una industria agrícola y acuícola significativa que representa el 80 % de sus exportaciones no petroleras.

En la provincia de Loja, la agricultura es vital para su economía y cultura local principalmente a través de pequeños productores, pese a ellos se enfrenta a problemas relacionados con la mala distribución espacial y temporal del recurso hídrico. La creciente demanda por presión demográfica afecta significativamente la disponibilidad del agua; enfrentando escasez hídrica debido al uso intensivo para consumo doméstico y agrícola; por ende, una gestión eficiente del recurso podría incrementar tanto las áreas cultivables como la producción agrícola (Luzuriaga, 2018).

El sistema hídrico del cantón Puyango está compuesto por numerosos cauces que fluyen desde las cordilleras cercanas. Algunas microcuencas son cruciales para abastecer agua para consumo humano y riego (CISPDR, 2016). Sin embargo, problemas relacionados con una mala distribución del agua afectan tanto zonas urbanas como rurales generando consecuencias sociales y económicas significativas (Morote et al., 2019).

En este contexto crítico es esencial realizar estudios socioeconómicos sobre microcuencas hidrográficas para obtener información relevante que permita mejorar la planificación agrícola y optimizar el uso del recurso hídrico. La investigación sobre cuencas hidrográficas está alineada con varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por las Naciones Unidas; su estudio es vital para generar energía hidroeléctrica, así como para agricultura e industria.

La escasez hídrica puede atribuirse a múltiples factores: cambio climático que reduce precipitaciones; deforestación que disminuye capacidad retentiva del suelo; contaminación por descargas industriales; crecimiento poblacional; y falta de inversión en infraestructura hídrica (iAgua, 2023). La protección y gestión sostenible de las cuencas hidrográficas son esenciales no solo para garantizar disponibilidad hídrica sino también para preservar ecosistemas naturales.

Por lo expuesto, en esta investigación se caracterizó los aspectos socioeconómicos y cuantificó el uso del recurso hídrico de las microcuencas de los cantones Puyango y Pindal pertenecientes a la cuenca hidrográfica Puyango.

**Objetivo general**

- Contribuir a la planificación agrícola mediante el diagnóstico socioeconómico de las microcuencas de los cantones Puyango y Pindal pertenecientes a la cuenca hidrográfica Puyango.

**Objetivos específicos**

- Caracterizar los aspectos socioeconómicos de las microcuencas de los cantones Puyango y Pindal pertenecientes a la cuenca hidrográfica Puyango.
- Cuantificar el uso del recurso hídrico de las microcuencas de los cantones Puyango y Pindal pertenecientes a la cuenca hidrográfica Puyango.

## 4. Marco Teórico

### 4.1. Cuenca hidrográfica y su relación con la planificación agrícola

Una cuenca hidrográfica es una región que capta y conduce el flujo de agua superficial, a través de un sistema de corrientes, ríos y lagos. Se la conoce también como una unidad de gestión de recursos hídricos, al ser indivisible, ya que comprende subcuencas que drenan hacia un curso de agua común, el cual finalmente desemboca en un punto de confluencia (Valdivielso, 2020). Estas unidades físicas sirven como base práctica para la planificación y gestión sostenible (Harswal, 2021).

Muñoz (2016), indica que las cuencas son unidades territoriales donde interactúan un subsistema hídrico y otros subsistemas ecológicos, económicos, políticos y culturales, que permiten generar bienes y servicios ambientales necesarios para la sociedad, los ecosistemas y las actividades de producción en diferentes paisajes. A través de procesos naturales, las cuencas hidrográficas también proporcionan agua dulce de alta calidad, favorable para la planificación ambiental y la resolución de desafíos socio-territoriales.

Calviño (2023) enfatiza que la planificación agrícola es fundamental para lograr éxito y rentabilidad en la producción. Para ello, es necesario considerar varios factores, como realizar un análisis detallado del suelo para conocer sus características y necesidades nutricionales, evaluar la disponibilidad de agua, seleccionar cultivos adaptados al clima local y resistentes a enfermedades.

**Desarrollo agrícola.** - El desarrollo agrícola es un proceso integral que busca contribuir al diseño, implementación y seguimiento de políticas públicas orientadas a promover un desarrollo sostenible e inclusivo en el sector agropecuario y el sistema alimentario con especial énfasis en la gestión del riego climático y la seguridad alimentaria y nutricional (FIDA, 2021).

### 4.2. Características biofísicas de una cuenca hidrográfica

Duarte (2015) menciona que la caracterización biofísica de una cuenca hidrográfica consiste en evaluar e interpretar su estado actual, identificando problemas, tendencias, potencialidades y oportunidades. Este proceso permite precisar las condiciones del entorno y analizar los componentes ambientales que constituyen la cuenca; por ende, señala que se deben considerar los siguientes aspectos:

#### **4.2.1. Tierra**

Es la base de la agricultura, y la interacción entre el clima, la topografía, la vegetación, los suelos y otros recursos naturales, resultando fundamental para la productividad y sostenibilidad de los ecosistemas agrícolas. Frente al cambio y la variabilidad climática, es crucial definir el uso adecuado de la tierra en función de las condiciones biofísicas y socioeconómicas de cada caso, con el objetivo de reducir la degradación, rehabilitar las tierras afectadas, asegurar la sostenibilidad de los recursos y fortalecer la resiliencia. La tierra de cultivo abarca cultivos temporales (anuales) y permanentes (perennes); además incluyen pastizales y áreas boscosas (FAO, 2020).

**Calidad del suelo.** - un suelo fértil y saludable provee a las plantas los nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo. Las características físicas del suelo, como su estructura y agregados, facilitan la llegada de agua y oxígeno a las raíces, favoreciendo la salud de las plantas y el ambiente (Universidad del Estado de Pensilvania, 2023).

Según Croft (2020), la calidad o salud del suelo se refiere a su capacidad para cumplir funciones en un ecosistema natural o gestionado; siendo una matriz compleja de partículas inorgánicas y orgánicas que sostiene la biodiversidad, facilita la regulación del agua y la descomposición de materia orgánica.

**Clima.** - Condiciones atmosféricas predominantes durante un período determinado en una región, controlado por factores radioactivos forzantes y la interacción de la atmósfera con otros componentes del sistema Tierra, además de factores físico-geográficos (CIIFEN, 2022). Incluye aspectos como la temperatura, humedad, presión atmosférica, viento, precipitación y luz solar (Núñez, 2020).

**Disponibilidad de agua.** - Es un factor crucial, ya que sin este recurso es imposible que los seres humanos realicen sus actividades domésticas y económicas. Por ello, medir o estimar la cantidad de agua disponible es fundamental (Menchaca y Calva, 2022). La disponibilidad es el volumen total de agua en una región, tanto superficial (ríos, lagos y embalses) como subterránea (acuíferos), esta varía según el clima, la geografía y el uso humano, siendo clave para la vida y el desarrollo sostenible de las comunidades (Universidad de México, 2021).

**Uso del suelo.** - La manera en que los seres humanos emplean la tierra y sus recursos para fines como la agricultura, ganadería, vivienda, industria y recreación; implica transformar

el entorno natural o la tierra virgen en áreas construidas, que pueden incluir asentamientos, suelos arables, pastos o bosques gestionados (García, 2021). Según el INEC (2012), el uso del suelo en zonas rurales puede abarcar cultivos permanentes, pastos cultivados y naturales, montes, bosques y páramos; además, la planificación adecuada del uso del suelo es esencial para un desarrollo sostenible que equilibre las necesidades ambientales y sociales.

#### **4.2.2. Trabajo**

El trabajo agrícola abarca todas las actividades relacionadas con la producción de alimentos, fibras y otros productos vegetales. Este proceso incluye diversas labores, como la siembra, el cultivo, la cosecha y el cuidado de los cultivos, así como la gestión del ganado y la producción de productos lácteos; estas actividades se llevan a cabo en granjas, ranchos y plantaciones, que son esenciales para garantizar la seguridad alimentaria y el sustento de numerosas comunidades en todo el mundo. Su importancia radica no solo en la producción de alimentos, sino también en su contribución a la economía y al bienestar social (Cristancho, 2022).

#### **4.2.3. Capital**

El capital agrario se refiere al valor total de los recursos necesarios para operar una empresa agrícola, que incluye la adquisición de tierras e instalaciones, así como la obtención de maquinaria e implementos requeridos para la producción agropecuaria (Acuña, 2012). La tierra es el componente principal del capital agrario, que permite llevar a cabo actividades fundamentales como la siembra, la cosecha y la comercialización de productos agrícolas (FAO, 2014).

### **4.3. Cuenca hidrográfica como sistema**

Araque (2019) indica que la cuenca hidrográfica se utiliza como unidad de planificación para los recursos hídricos, destacando que están compuestas por cuencas de menor tamaño, conocidas como ríos tributarios.

Dentro de la cuenca, se incluyen componentes hidrológicos, ecológicos, ambientales y socioeconómicos, que permiten la planificación, manejo y gestión de recursos naturales, abarcando diversos subsistemas sociales, económicos, políticos, institucionales, legales, tecnológicos, productivos, físicos y biológicos (Jiménez, 2004).

**Uso del suelo.** - Implica cómo los seres humanos gestionan y modifican la superficie terrestre, transformando el entorno natural en espacios construidos, como campos de cultivo, pasturas y asentamientos. En una cuenca hidrográfica, este uso puede tener un impacto significativo en la calidad y cantidad de agua disponible, por ejemplo, la deforestación o la conversión de tierras forestales en áreas urbanas pueden incrementar la escorrentía y la erosión del suelo, lo que a su vez afecta negativamente la calidad del agua y eleva el riesgo de inundaciones. Además, prácticas como la agricultura intensiva requieren grandes volúmenes de agua para el riego, lo que puede alterar el caudal de los ríos y limitar la disponibilidad de agua para otros usos, como el abastecimiento de agua potable (Obando, 2016).

**Vegetación.** - Representa la manifestación cuantitativa y cambiante de la vida vegetal en lugares y momentos específicos (Acosta, 2021). En el contexto de una cuenca hidrográfica, abarca las diversas plantas y árboles que crecen en las áreas circundantes a los ríos y arroyos, desempeñando un papel crucial en la salud y funcionamiento de la cuenca, al ser la que regula el ciclo del agua, previene la erosión del suelo, filtra contaminantes y proporciona hábitats para diversas especies. Además, influye en la cantidad y calidad del agua disponible en la cuenca (Romero, 2019).

#### **4.4. Características socioeconómicas de una cuenca hidrográfica**

**Cuenca hidrográfica y su influencia social.** - Las cuencas hidrográficas son fundamentales para la sociedad, al representar el espacio donde los seres humanos interactúan con los recursos naturales, generando sistemas sociales, ambientales y económicos que cumplen funciones esenciales. Por lo tanto, cualquier evento que ocurra en una parte de la cuenca puede tener consecuencias en otras áreas, afectando a sus habitantes y la calidad y disponibilidad de los recursos naturales (Yépez, 2015).

**Cuenca hidrográfica y su influencia económica.** – Una cuenca se considera un sistema dinámico, abierto y complejo, donde los elementos biofísicos se entrelazan con las características económicas, los patrones demográficos y las dinámicas socioculturales de la población, dando lugar a formas de organización social y estructuración del espacio, determinadas por el acceso a los recursos naturales (Rangel et al., 2017).

**Cuenca Hidrográfica y su influencia productiva.** - La gestión de las cuencas hidrográficas tiene como objetivo conservar los servicios ambientales, especialmente los hidrológicos, y mitigar los efectos negativos en las cuencas bajas, aumentando la productividad

de los recursos y mejorando los medios de vida locales, proporcionando servicios esenciales, como el suministro de agua para el consumo humano y actividades productivas, la regulación de la calidad y cantidad de agua, reducción de inundaciones y sequías, generación y protección de suelos y nutrientes (Fondo para La Comunicación y la Educación Ambiental, 2021).

#### **4.5. Uso del agua en la cuenca hidrográfica**

##### **4.5.1. Productivos**

**Agricultura de regadío.** - La intensificación agrícola genera una creciente presión sobre los recursos hídricos, exacerbada por el cambio climático que provoca niveles de estrés hídrico, desarrollando la necesidad de crear un sistema integrado de planificación y gestión de recursos hídricos que asegure un suministro adecuado tanto en cantidad como en calidad, alineado con criterios de sostenibilidad y principios económicos (Montoriol, 2022). Es fundamental utilizar el agua de manera eficiente, dado que es un recurso escaso. Para mejorar su uso, se pueden implementar técnicas como el riego por goteo, la agricultura de conservación y el cultivo de variedades que requieren menos agua (Rendón, 2021).

**Ganadería.** – El agua es vital para los organismos animales, desempeñando múltiples funciones (Zaldívar, 2016). Se utiliza principalmente para la alimentación e hidratación del ganado, así como para la limpieza de instalaciones y la producción de forraje que asegura una fuente constante de alimento (Palma, 2020).

**Acuicultura.-** En la piscicultura el agua proviene de diversas fuentes como quebradas, ríos y embalses (Equipo Hanna, 2019). Implica la crianza conjunta de animales y vegetales acuáticos; aunque esta práctica consume agua, su volumen es mínimo en comparación con la agricultura, misma que puede ser reutilizada para el riego de huertos y abrevaderos (Torero, 2021).

##### **4.5.2. Ambientales**

**Ecosistemas acuáticos.** - proporcionan agua y otros servicios esenciales cuando se mantienen en buen estado, cada uso del agua proveniente de estos ecosistemas tiene un valor económico significativo debido a su capacidad para satisfacer necesidades humanas y contribuir al bienestar general (Cervigón, 2020).

### 4.5.3. Industriales

Telwesa (2022) indica que el consumo industrial del agua es la segunda mayor actividad humana en términos de uso hídrico. Las aguas industriales resultan de diversas actividades que van desde la producción alimentaria hasta la fabricación de productos electrónicos; por lo tanto, es crucial tratar las aguas residuales antes de devolverlas al medio natural para garantizar la sostenibilidad económica y ambiental del recurso hídrico.

### 4.5.4. Oferta y demanda hídrica

IDEAM (2015) define la oferta hídrica como el volumen de agua que fluye por la superficie terrestre e integra los sistemas de drenaje superficial, este flujo es vital para mantener los ecosistemas acuáticos y asegurar un caudal mínimo para las poblaciones dependientes de estas fuentes hídricas (Jaya y Rodríguez, 2023).

La demanda hídrica corresponde al volumen utilizado por diversos sectores económicos y poblacionales, considerando tanto el agua extraída como aquella que se devuelve a los sistemas hídricos (IDEAM, 2018). La demanda se puede calcular mediante ecuaciones específicas que reflejan el uso total del recurso en un periodo determinado (ecuación 1).

### 4.5.5. Índice de uso de agua

IDEAM (2018) menciona que el índice del uso del agua señala la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores en un periodo determinado ya sea anual o mensual y por la unidad espacial de la subzona hidrográfica y diferentes cuencas existentes que abastecen a los acueductos en relación con la oferta hídrica superficial para analizar las mismas unidades tanto en tiempo como en espacio. A este índice se lo puede clasificar como se indica en la Tabla 1 y se lo obtendrá mediante el uso de la ecuación 2.

Tabla 1. Rangos Índice de uso de agua

Rango o índice IUA*	Categoría	Significado
> 50	Muy alto	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
20,01 – 50	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible.
10,01 – 20	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible.
1 – 10	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible.
≤ 1	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible.

El rango es el cociente entre la Demanda hídrica y Oferta hídrica,  $(Dh/Oh)100$

\*Índice de uso de agua

Fuente: IDEAM (2018).

#### 4.6. Juntas de riego en la gestión del recurso

**Organización y estructura.** - La estructura organizacional define cómo se distribuyen las funciones y responsabilidades de cada miembro dentro de una empresa para alcanzar los objetivos planteados. Esto implica un sistema jerárquico que organiza a los colaboradores en un organigrama, facilitando la distribución del trabajo y la coordinación interna. Cada empresa debe planificar sus tareas y definir los roles de sus integrantes, basándose en sus necesidades específicas (Haydee, 2022).

Las juntas de riego son organizaciones comunitarias sin fines de lucro que gestionan el uso del agua para riego en áreas determinadas, su objetivo es garantizar un uso eficiente y equitativo del agua, promoviendo la conservación de los recursos hídricos, y distribuir el agua responsablemente entre los agricultores y usuarios de la zona (INDRHI, 2018).

**Participación y representatividad.** - En las juntas de riego son fundamentales para que los usuarios tengan voz en la toma de decisiones, estén equitativamente representados y participen activamente para garantizar una gestión justa del agua. La participación puede estar regulada por reglamentos específicos y variar según el contexto, algunos usuarios pueden formar parte de la junta directiva, lo que les permite influir en las decisiones. Además, pueden participar en comités de trabajo enfocados en aspectos específicos de la gestión hídrica (Pilamunga, 2019).

**Infraestructura de riego.** - comprende las estructuras necesarias para cultivar áreas mediante el suministro adecuado de agua, incluye obras de captación, conducción, distribución y regulación. Para optimizar el uso del agua, se incorpora el concepto de multiuso, utilizando energías renovables no convencionales y sistemas de telemetría para medir caudales (CNR, 2018). Esta infraestructura es vital para satisfacer la demanda hídrica de los cultivos (Iñiguez et al., 2015).

**Tecnología de riego.** - Se refiere al desarrollo tecnológico que ha permitido la implementación del "riego tecnificado", mejorando no solo los rendimientos agrícolas sino también promoviendo un uso responsable del agua (Araos, 2023). Los sistemas tecnificados utilizan presión para distribuir el agua a través de conductos cerrados, administrándola eficientemente mediante goteo o aspersión, esto minimiza el desperdicio y reduce la erosión al entregar cantidades controladas durante períodos prolongados (Huesa, 2017).

#### **4.7. El agua en el cantón Puyango**

La red hidráulica del cantón pertenece a las demarcaciones hidrográficas Puyango-Tumbes, conformada por varias quebradas que discurren principalmente desde la Cordillera Chilla y Cerro Negro. Estas quebradas alimentan microcuencas vitales para el abastecimiento de agua, tanto para consumo humano como para riego, sin embargo, la escasez de agua afecta a las zonas urbanas como rurales, limitando así las actividades agropecuarias. A pesar de algunas mejoras, la mayoría de la población aun no dispone de agua potable y el agua proveniente de ríos o quebradas no es segura debido a la contaminación hídrica, sumado a ello también está presente la baja producción y productividad en cultivos como café y caña de azúcar debido a la falta de tecnificación e infraestructura adecuada e insuficiencia de sistemas de riego que permitan mantener una producción constante con rendimientos adecuados (PDOT PUYANGO, 2019).

#### **4.8. El agua en el cantón Pindal**

En el cantón Pindal la disponibilidad de agua es un desafío crítico debido a la presencia de algunas subcuencas, como la del Río Puyango, que son esenciales para el abastecimiento de agua potable y de riego, sin embargo, el acceso al agua se ve gravemente afectado por una escasez crónica y creciente, marcada por la alta variabilidad e incertidumbre en las precipitaciones; un agravante de ello es el manejo deficiente del recurso, falta de conocimiento y escaso estímulo a las iniciativas convencionales e innovadoras. Es evidente notar la disminución de caudales en quebradas, vertientes y pozos que a menudo se secan antes de que termine el verano, dejando a la población con menos agua para el consumo humano, unas de las causas de estas épocas de secano se deben a la irregularidad de las lluvias (PDOT PINDAL, 2019).

#### **4.9. Sistemas de Información geográfica**

Un sistema de información geográfica (SIG) es una herramienta clave para reunir, gestionar y analizar datos espaciales, integra diversos tipos de información y permite visualizar patrones mediante mapas y modelos tridimensionales (AEROTERRA, 2020). Los SIG son esenciales para comprender mejor las relaciones espaciales y tomar decisiones informadas en múltiples aplicaciones, desde planificación urbana hasta gestión ambiental (García, 2021).

## 5. Metodología

### 5.1. Ubicación y descripción del área de estudio

El estudio se realizó en los cantones Puyango y Pindal de la provincia de Loja correspondiente a la unidad hidrográfica de la cuenca del río Puyango (Figura 1), en conjunto los dos cantones abarcan una extensión de 586,73 km<sup>2</sup>. El cantón Puyango se ubica en las coordenadas: 3° 52' 12" S y 80° 5' 24" O, a una altitud de 1 330 m s.n.m.; su clima es semiárido, con temperaturas que varían entre 19 a 23 °C, esta región se destaca en la producción de cultivos tradicionales como café (*Coffea*) y maíz (*Zea mays*). El cantón Pindal se localiza en las coordenadas: 4° 06' 58" S y 80° 06' 27" O, con una altitud de 1 232 m s.n.m., y un clima semiárido, su temperatura varía entre 18 a 24 °C, el maíz (*Zea mays*) y el café (*Coffea*) son los cultivos principales.

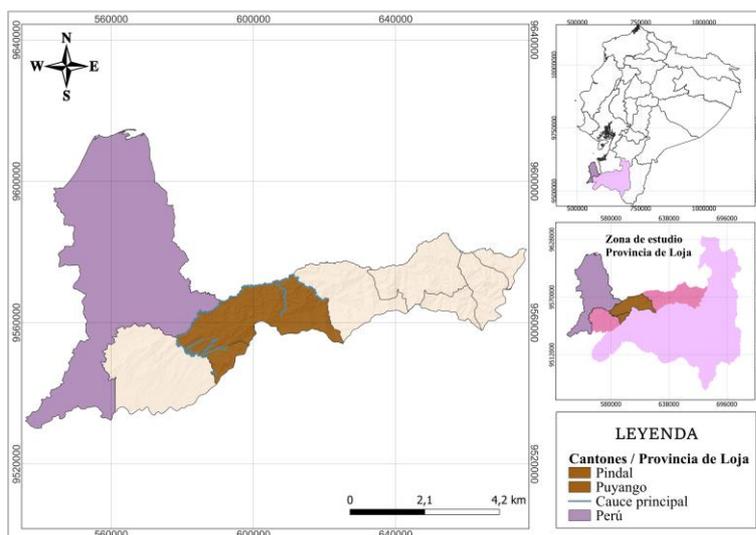


Figura 1. Cuenca hidrográfica Puyango correspondiente a los cantones Puyango y Pindal.

Las unidades hidrográficas se distribuyen: 26 en el cantón Puyango, 6 en el cantón Pindal y una compartida; por las características hidrológicas y por contar con un cauce principal perenne se seleccionaron las microcuencas Cochurco y Chirimoyo en Puyango y Pavas que se extiende en los dos cantones (Figura 2).

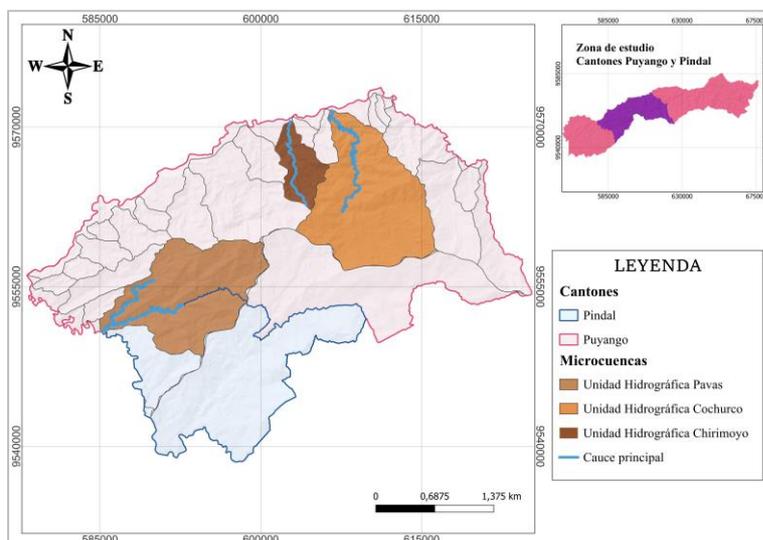


Figura 2. Unidades hidrográficas seleccionadas.

## 5.2. Métodos y técnicas usadas

**Método cualitativo.** - Arellano (2024) menciona que el método cualitativo es el procedimiento para recabar información y producir conocimiento mediante datos no numéricos y por ende no cuantificables.

El método cualitativo permite conocer conceptos, opiniones, experiencias, identificar datos sobre comportamientos significativos para las personas, mediante la observación in situ, otra de las técnicas utilizada fue la entrevista aplicada a los presidentes de la Junta Parroquial, del barrio y Junta de agua; además, a una muestra de la población.

**Método geoespacial.** - Este método permitió la interpretación, exploración y modelización de datos, que ayudaron en la descripción de objetos, acontecimientos y diversas características de la zona de estudio, con este método se elaboraron mapas temáticos de cobertura, textura, uso de suelo y cultivos.

**Demanda hídrica total (DT).** - Según García (2023), la demanda hídrica total (DT) en  $m^3/mes$ , es la sumatoria de las demandas de agua que consumen los habitantes mensualmente, en este caso, para uso doméstico (DUD), agrícola (DUA) y pecuario (DUP).

$$DT = DUD + DUA + DUP \quad (\text{ecuación 1})$$

**Índice del uso del agua (IUA).**- Es la proporción entre la demanda ( $D_h$ ) y la oferta hídrica ( $O_h$ ) en  $m^3/mes$  (García, 2023).

$$IUA = \frac{Dh}{Oh} * 100 \% \quad (\text{ecuación 2})$$

**Recopilación de información.** - Se recabó información de las actividades sociales, económicas de producción agrícola y pecuaria disponible en documentos geoespaciales y físicos de las plataformas digitales pertenecientes al Gobierno Autónomo Descentralizado de Puyango y Pindal, MAATE, Mancomunidad Bosque seco e INEC.

**Visitas de campo.** - Para recopilar datos sobre tipos de cultivos, suelos y organizaciones relacionadas con los recursos hídricos en cada cantón; información necesaria para el desarrollo de los mapas temáticos.

**Talleres participativos.** - Según Siena (2023), estos talleres son sesiones interactivas, en las cuales los participantes se involucran para compartir conocimientos, habilidades y perspectivas con el objetivo de alcanzar un propósito o resultado específico; además, aportan información para la planificación y toma de decisiones que fomentan la participación corresponsable en proyectos de desarrollo comunitario (Zorrilla, 2019).

A través de las diferentes dinámicas desarrolladas en los talleres, se logró identificar factores económicos, como las fuentes de ingreso dependientes del agua, las prácticas agrícolas predominantes y los desafíos asociados a la disponibilidad de este recurso. Además, se recopiló información sobre aspectos sociales, acceso a servicios básicos, sistemas de organización comunitaria y prácticas culturales relacionadas con el agua.

### **5.3. Metodología para el primer objetivo**

#### **Caracterizar los aspectos socioeconómicos de las microcuencas de los cantones Puyango y Pindal pertenecientes a la cuenca hidrográfica Puyango.**

Con base en información secundaria, se delimitaron las unidades hidrográficas de los cantones Puyango y Pindal con el software ArcGis. Una vez obtenidas estas unidades, se realizaron diversas salidas de campo, que permitieron recolectar información primaria sobre altitud de la parte alta, media y baja. Esta clasificación facilitó la selección por parroquia de los barrios más cercanos al cauce principal para posteriormente organizar visitas a los GAD parroquiales. Mediante entrevistas a autoridades locales y usuarios del recurso hídrico y complementando con información de plataformas gubernamentales, se recolectaron datos sobre cultivos, cobertura vegetal, usos del agua, clima y características físicas y morfométricas de las unidades hidrográficas.

Con la información generada y los *shapes* descargados del Geoportal del Sistema Nacional de Información de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica (SIGTIERRAS) Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) se elaboraron mapas temáticos de textura, cobertura vegetal, aptitud agrícola y cultivos.

Además, con datos del INEC, se desarrollaron tablas con información de la población, actividades económicas, zonas de vida, métodos de eliminación de la basura y el uso del recurso hídrico en cada una de las unidades hidrográficas estudiadas.

#### **5.4. Metodología para el segundo objetivo**

##### **Cuantificar el uso del recurso hídrico de las microcuencas de los cantones Puyango y Pindal pertenecientes a la cuenca hidrográfica Puyango.**

Se empleó el software libre ArcGIS para desarrollar mapas altitudinales de cada unidad hidrográfica, identificando la zona alta, media y baja, la parroquia a la cual pertenecen y los barrios aledaños al cauce principal. Con esta información se seleccionó a las personas objetivo para realizar entrevistas y talleres participativos en los barrios seleccionados.

En los talleres participaron presidentes de juntas parroquiales, presidentes de juntas de agua, presidentes barriales y población que se dedica a la agricultura de cada una de las microcuencas; durante las reuniones se organizó un conversatorio con los asistentes para darles a conocer resultados obtenidos a partir de información secundaria y obtener datos adicionales. Se presentaron los resultados sobre la caracterización de los aspectos socioeconómicos de las microcuencas de los cantones Puyango y Pindal, incluyendo los mapas de textura, uso de suelo y cobertura vegetal.

Los asistentes proporcionaron información sobre volúmenes de agua disponibles y consumo en actividades productivas y domésticas. Con estos datos, se calculó la demanda hídrica mediante la ecuación 1, analizando los diferentes tipos de demandas de uso del agua (doméstico, agrícola y pecuario) requeridas por la población durante los 12 meses; y con la ecuación 2 se obtuvo el índice de uso de agua, que permite analizar la relación entre la demanda y la oferta hídrica para identificar si existe un índice elevado ( $\text{demanda} > \text{oferta}$ ) o un índice bajo ( $\text{demanda} < \text{oferta}$ ).

## 6. Resultados

### 6.1. Caracterización socioeconómica de las unidades hidrográficas

#### 6.1.1. Unidad hidrográfica Cochurco del Cantón Puyango

La unidad hidrográfica Cochurco tiene un área de 116,02 km<sup>2</sup>, forma rectangular oblonga, temperatura de 24,09 °C (Herrera, 2024), con 279 familias, con mayor presencia de hombres (Tabla 2); las actividades a las que mayoritariamente se dedican son la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca (Tabla 3).

Tabla 2. Población demográfica y densidad poblacional en la Unidad hidrográfica Cochurco

División ecológica	N° Familias	Población			Proporción (%)	Densidad (hab/km <sup>2</sup> )
		Hombres	Mujeres	Total		
Zona Baja	23	36	38	74	9	3
Zona Media	104	186	171	357	46	5
Zona Alta	152	186	169	355	45	17
<b>Total</b>	<b>279</b>	<b>408</b>	<b>378</b>	<b>786</b>	<b>100</b>	<b>8</b>

Tabla 3. Actividades socioeconómicas de la Unidad hidrográfica Cochurco

Actividades	Hogares por zona				Proporción (%)
	Baja	Media	Alta	Total	
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca.	5	31	151	187	80
Industrias manufactureras.	2			2	1
Construcción.	2	1	4	7	3
Comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículos automotores y motocicletas	5	2	6	13	6
Transporte y almacenamiento		1		1	1
Actividades de alojamiento y de servicio de comidas	2		2	4	2
Información y comunicación.		1	1	2	1
Actividades profesionales; científicas; técnicas; administrativas y de apoyo; organizaciones y órganos extraterritoriales; atención de la salud humana y asistencia social.		3	2	5	2
Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria.		3	6	9	2
Enseñanza			4	4	2
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>42</b>	<b>176</b>	<b>234</b>	<b>100</b>

En la Unidad Hidrográfica Cochurco la cobertura vegetal es muy variada, destacando que la tierra agropecuaria predomina, indicando su gran capacidad de producción y su potencial para sostener cultivos agrícolas o pastoreo de manera sostenible (Figura 3).

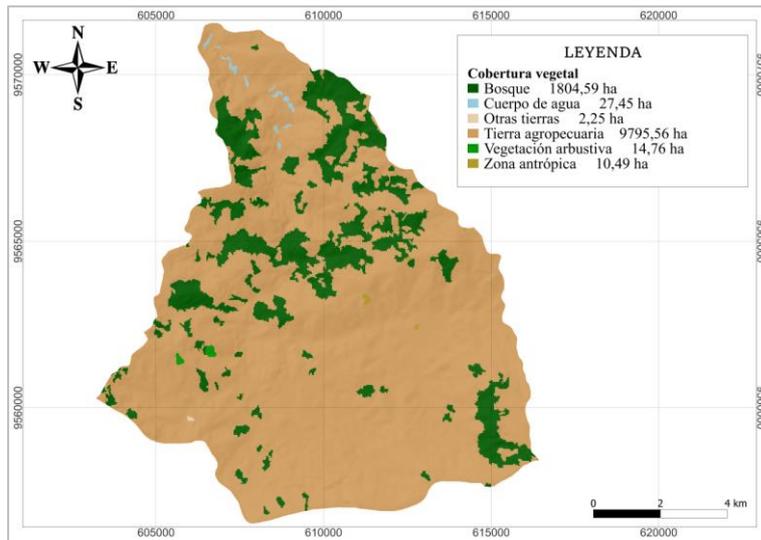


Figura 3. Cobertura vegetal Unidad hidrográfica Cochurco.

En la zona de estudio destacan cuatro cultivos principales; el café es el cultivo predominante, pero también hay presencia de banano, caña de azúcar y maíz (Figura 4).

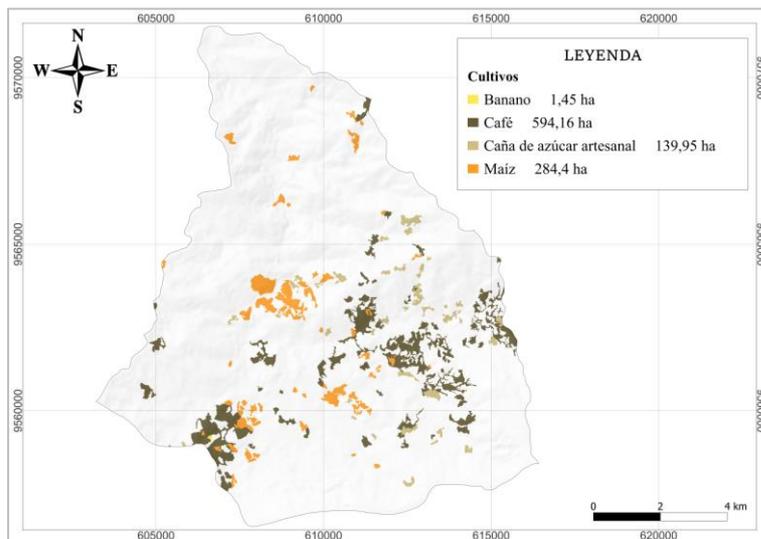


Figura 4. Cultivos Unidad hidrográfica Cochurco.

Existen diferentes usos de suelo en la zona de estudio; el uso de suelo predominante es el pecuario como se indica en la Figura 5.

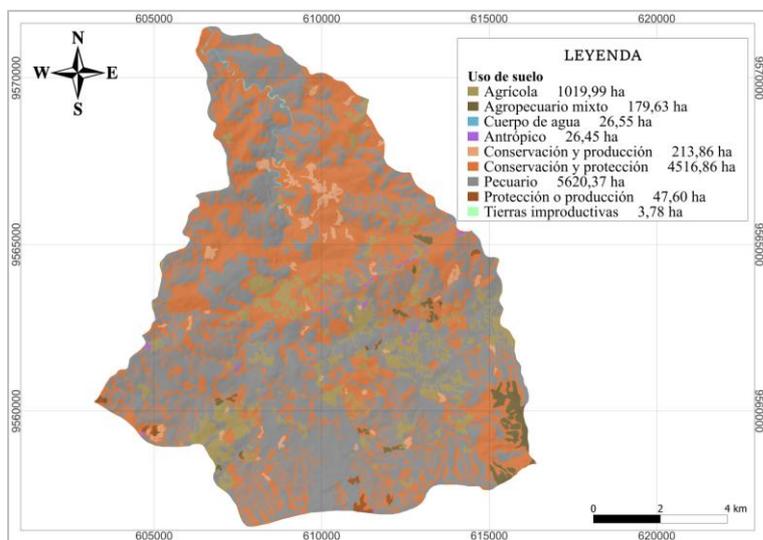


Figura 5. Uso de suelo Unidad hidrográfica Cochurco.

Existen una variedad de texturas presentes en la zona de estudio, en donde predomina la textura Arcillosa, pero también hay presencia de suelos francos, y arenosos (Figura 6).

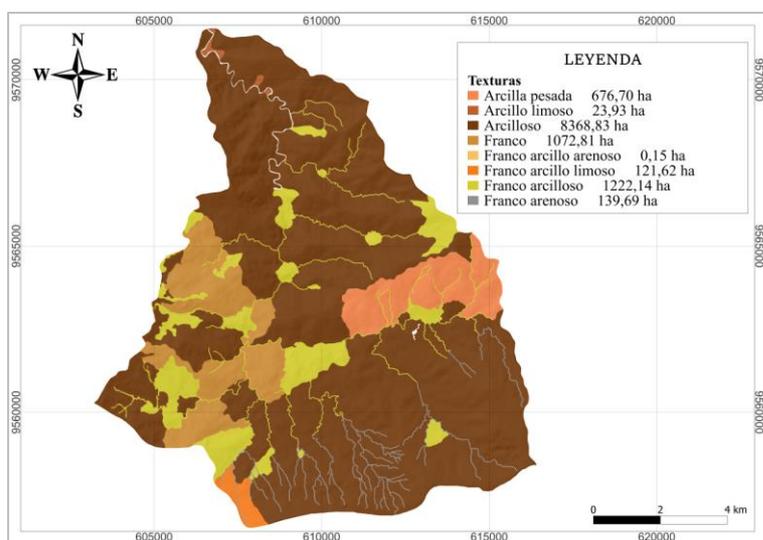


Figura 6. Texturas Unidad hidrográfica Cochurco.

En la Unidad Hidrográfica Cochurco se identificaron tres zonas ecológicas de acuerdo con las condiciones climáticas, tipos de suelos y ecosistemas (Tabla 4).

Tabla 4. División administrativa y ecológica de la Unidad hidrográfica Cochurco

<b>División ecológica</b>	<b>Superficie km<sup>2</sup></b>	<b>ha</b>	<b>(%)</b>	<b>Altitud (m s.n.m.)</b>
Zona Baja	27,00	2 700,01	23	320 - 779
Zona Media	68,30	6 829,99	59	779 – 1 151
Zona Alta	21,25	2 124,50	18	1 151 – 1 916
<b>Total</b>	<b>116,55</b>	<b>11 654,50</b>	<b>100</b>	

### 6.1.2. Unidad hidrográfica Chirimoyo del Cantón Puyango

La unidad hidrográfica Chirimoyo tiene un área de 21,90 km<sup>2</sup>, forma ovalada, temperatura de 25,45 °C (Herrera, 2024), con 70 familias, con mayor presencia de hombres (Tabla 5); las actividades a las que mayoritariamente se dedican son la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca (Tabla 6).

Tabla 5. Población demográfica y densidad poblacional en la Unidad hidrográfica Chirimoyo

División ecológica	N° Familias	Población			Proporción (%)	Densidad (hab/km <sup>2</sup> )
		Hombres	Mujeres	Total		
Zona Baja	28	50	43	93	41	15
Zona Media	27	48	46	94	42	10
Zona Alta	15	23	16	39	17	6
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>121</b>	<b>105</b>	<b>226</b>	<b>100</b>	<b>10</b>

Tabla 6. Actividades socioeconómicas de la Unidad hidrográfica Chirimoyo

Actividades	Hogares por zona			Total	Proporción (%)
	Baja	Media	Alta		
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca.	26	28	10	64	88
Industrias manufactureras.	3			3	4
Comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículos automotores y motocicletas		1		1	3
Actividades de alojamiento y de servicio de comidas			1	1	1
Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria.			1	1	1
Actividades profesionales; científicas; técnicas; administrativas y de apoyo		2		2	3
Información y comunicación.		1		1	1
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>32</b>	<b>12</b>	<b>73</b>	<b>100</b>

La distribución de la cobertura vegetal de la Unidad Hidrográfica Chirimoyo destaca en dos categorías principales en donde una significativa parte del territorio está ocupada por tierras agropecuarias (Figura 7).

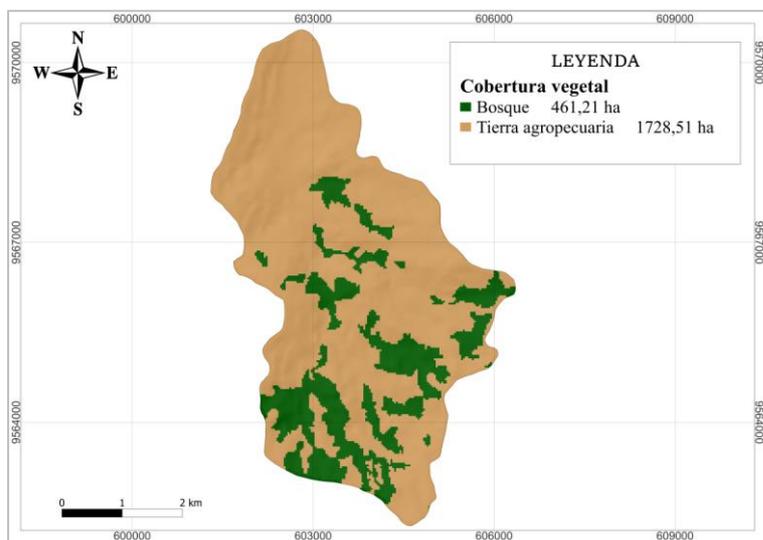


Figura 7. Cobertura vegetal Unidad hidrográfica Chirimoyo.

El cultivo principal en la Unidad hidrográfica Chirimoyo es el maíz, pero también se cultiva café (Figura 8).

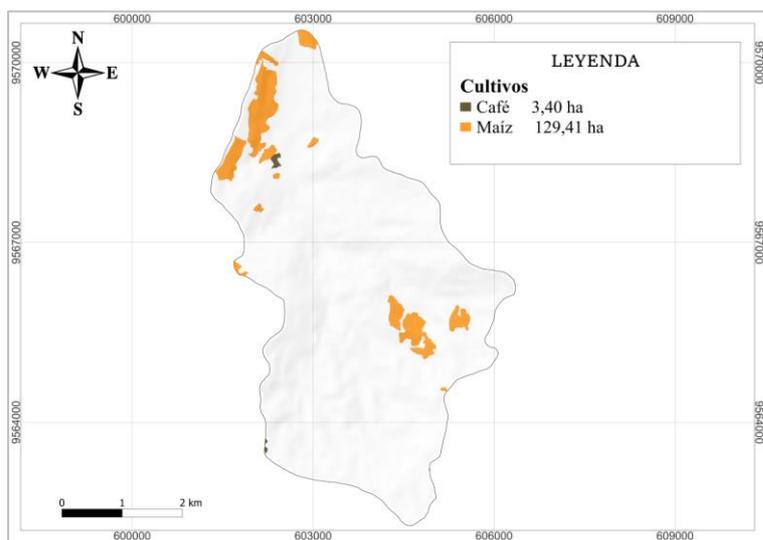


Figura 8. Cultivos Unidad hidrográfica Chirimoyo.

En el uso de suelo de la Unidad Hidrográfica Chirimoyo la mayor parte del territorio está destinado al sector pecuario (Figura 9).

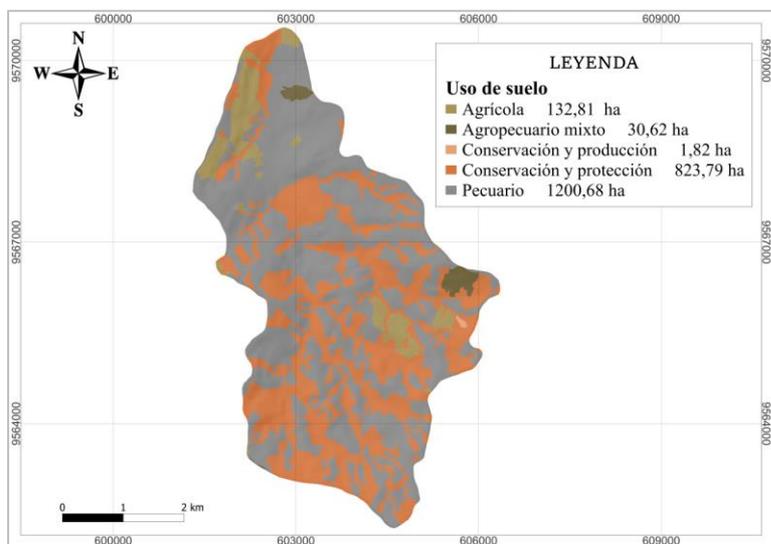


Figura 9. Uso de suelo Unida hidrográfica Chirimoyo.

En la zona de estudio están presentes diferentes tipos de texturas, en la cual la textura arcillosa es predominante (Figura 10).

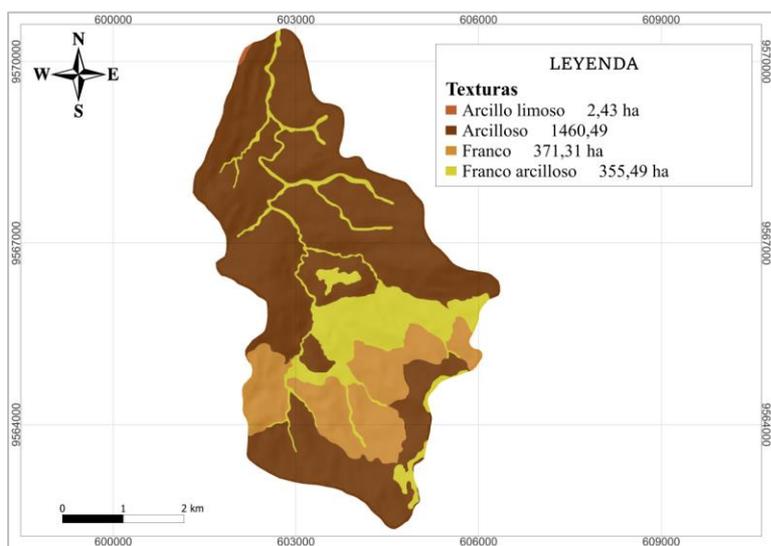


Figura 10. Texturas Unidad hidrográfica Chirimoyo.

La Unidad Hidrográfica Chirimoyo se divide en tres diferentes zonas que son alta, media y baja (Tabla 7), en donde cada una se caracteriza por sus condiciones climáticas, su vegetación y condiciones de suelo.

Tabla 7. División administrativa y ecológica de la Unidad hidrográfica Chirimoyo

<b>División ecológica</b>	<b>Superficie km<sup>2</sup></b>	<b>ha</b>	<b>(%)</b>	<b>Altitud (m s.n.m.)</b>
Zona Baja	6,08	608,01	28	300 - 600
Zona Media	9,66	966,46	44	600 - 900
Zona Alta	6,16	616,39	28	900 – 1 200
<b>Total</b>	<b>21,91</b>	<b>2 190,86</b>	<b>100</b>	

### 6.1.3. Unidad hidrográfica Pavas Cantones Puyango y Pindal

La Unidad Hidrográfica Pavas tiene un área de 101,23 km<sup>2</sup>, su forma es ovalada – oblonga con una temperatura de 24,21°C (Herrera, 2024). cuenta con 292 familias como se presenta en la Tabla 8, cuya actividad predominante en todas las zonas es la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca como se indica en la Tabla 9.

Tabla 8. Población demográfica y densidad poblacional de la Unidad hidrográfica Pavas

<b>División ecológica</b>	<b>N° Familias</b>	<b>Población</b>			<b>Proporción (%)</b>	<b>Densidad (hab/km<sup>2</sup>)</b>
		<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>	<b>Total</b>		
Zona Baja	47	95	93	188	16,4	5
Zona Media	141	303	274	577	50,5	13
Zona Alta	104	196	182	378	33,1	17
<b>Total</b>	<b>292</b>	<b>594</b>	<b>549</b>	<b>1 143</b>	<b>100</b>	<b>12</b>

Tabla 9. Actividades socioeconómicas de la Unidad hidrográfica Pavas

<b>Actividades</b>	<b>Hogares por zona</b>				<b>Proporción (%)</b>
	<b>Baja</b>	<b>Media</b>	<b>Alta</b>	<b>Total</b>	
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca.	54	153	96	303	90
Explotación de minas y canteras.	1		1	2	1
Industrias manufactureras.			1	1	1
Construcción.			2	2	1
Comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículos automotores y motocicletas		1	1	2	1
Transporte y almacenamiento		2		2	1
Actividades de alojamiento y de servicio de comidas		1	1	2	1
Actividades profesionales; científicas; técnicas; administrativas y de apoyo; organizaciones y órganos extraterritoriales; atención de la salud humana y asistencia social.	1	2	2	5	1
Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria.	1	3	6	10	2
Enseñanza		1	5	6	1
<b>Total</b>	<b>57</b>	<b>163</b>	<b>115</b>	<b>335</b>	<b>100</b>

La cobertura vegetal de la zona de estudio es variada indicando predominancia de la tierra agropecuaria (Figura 11).

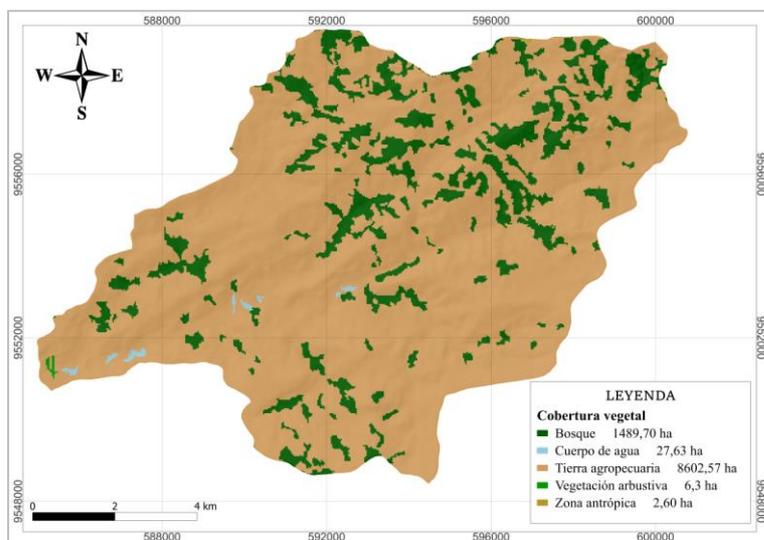


Figura 11. Cobertura vegetal Unidad hidrográfica Pavas.

Entre los cultivos presentes en la Unidad hidrográfica Pavas marca predominancia el maíz, pero también están presentes el café, caña de azúcar y frejol (Figura 12).

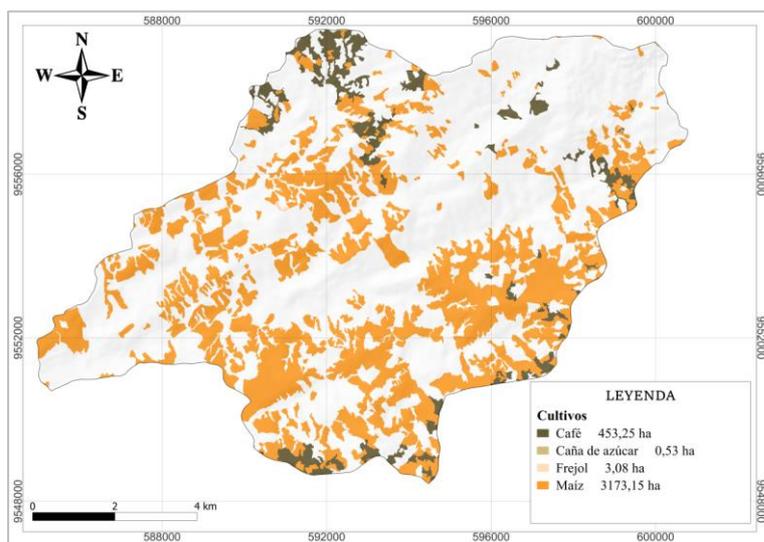


Figura 12. Cultivos Unidad hidrográfica Pavas.

El análisis de uso del suelo de la zona de estudio revela que la actividad agrícola es predominante (Figura 13).

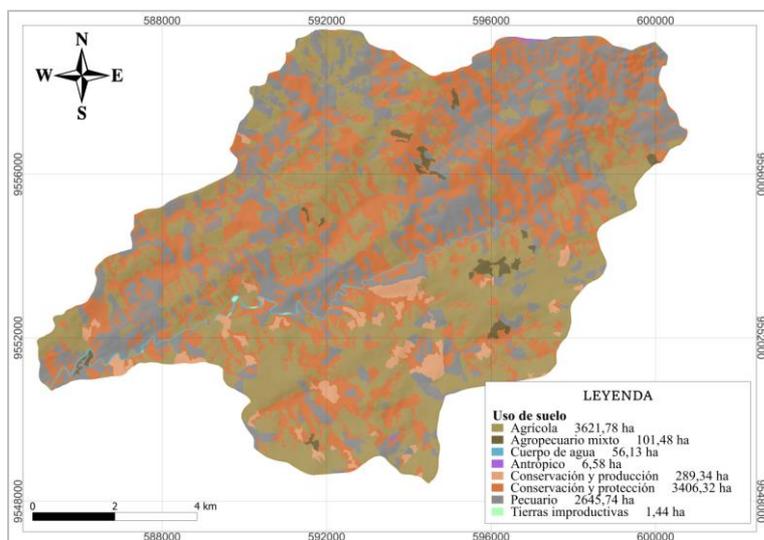


Figura 13. Uso de suelo Unidad hidrográfica Pavas.

El análisis de la textura de suelos de la zona de estudio indica que la textura arcillosa se encuentra en mayor cantidad (Figura 14).

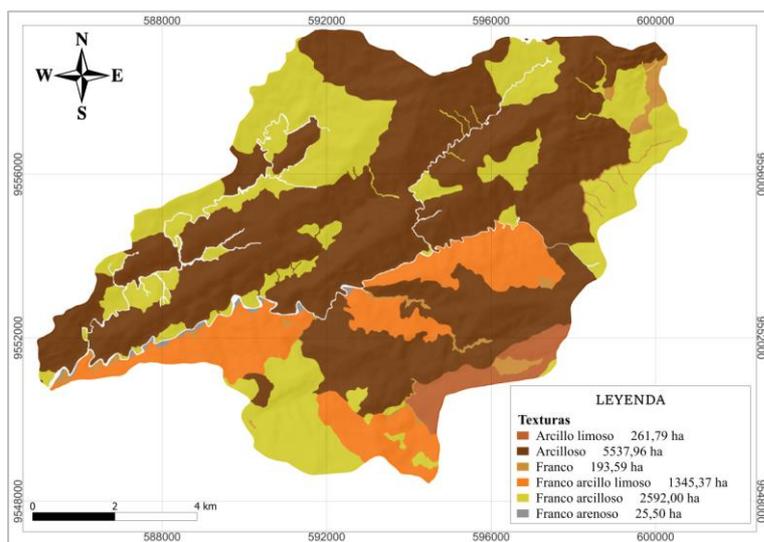


Figura 14. Texturas Unidad hidrográfica Pavas.

La Tabla 10 indica que la Unidad Hidrográfica Pavas se divide en tres zonas ecológicas con características altitudinales distintas, condiciones climáticas, tipos de suelos y ecosistemas.

Tabla 10. División administrativa y ecológica de la Unidad hidrográfica Chirimoyo

<b>División ecológica</b>	<b>Superficie km<sup>2</sup></b>	<b>ha</b>	<b>(%)</b>	<b>Altitud (m s.n.m.)</b>
Zona Baja	35,31	3 531,44	34,84	360 - 661
Zona Media	44,13	4 413,03	43,54	661 - 906
Zona Alta	21,92	2 192,22	21,63	906 - 1 335
<b>Total</b>	<b>101,37</b>	<b>10 136,69</b>	<b>100</b>	

## 6.2. Cuantificación del uso del recurso hídrico de las microcuencas de los cantones Puyango y Pindal pertenecientes a la cuenca hidrográfica Puyango

En las Tablas 11, 12 y 13, se muestra la demanda hídrica (Dh), oferta hídrica (Oh) y el índice de uso del agua (IUA).

En la **Unidad hidrográfica Cochurco del Cantón Puyango**, de enero a diciembre la demanda hídrica mensual presenta variaciones significativas, alcanzando su máximo en julio con 16 461 m<sup>3</sup>/mes y mínimo en marzo con 5 301 m<sup>3</sup>/mes. En la mayoría de los meses, la oferta hídrica es inferior a la demanda, especialmente entre mayo y septiembre, lo que indica una escasez crítica, con un mínimo de 281 m<sup>3</sup>/mes en agosto. El IUA, que refleja la presión sobre el recurso hídrico, es más alto en estos meses críticos, destacándose julio con un IUA de 3 109.

Tabla 11. Uso del recurso hídrico Unidad hidrográfica Cochurco en el 2023

Parámetros	Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Dh (m <sup>3</sup> /mes)		6 696	6 138	<b>5 301</b>	6 138	7 254	7 812	<b>16 461</b>	8 091	8 091	7 533	7 254	6 696	93 465
Oh (m <sup>3</sup> /mes)		7 419	11 204	13 785	8 841	2 712	1 066	530	281	594	1 156	1 312	3 541	52 440
IUA		90	55	38	69	267	733	<b>3 109</b>	2 877	1 362	651	553	189	178

Durante los meses de enero a diciembre la **Unidad hidrográfica Chirimoyo del cantón Puyango**, muestra variaciones mensuales de Dh, alcanzando un mínimo de 980 m<sup>3</sup>/mes en marzo y un máximo de 1 470 m<sup>3</sup>/mes en agosto y septiembre, esto indica un aumento durante los meses más secos. Por su parte, la Oh oscila entre 68 m<sup>3</sup>/mes en agosto y un máximo de 2 641 m<sup>3</sup>/mes en marzo, lo que refleja una mayor disponibilidad durante la temporada de lluvias. El IUA presenta su valor más alto en agosto 2 159 y el más bajo en marzo 37.

Tabla 12. Uso del recurso hídrico Unidad hidrográfica Chirimoyo

Parámetros	Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Dh (m <sup>3</sup> /mes)		1 260	1 120	<b>980</b>	1 120	1 330	<b>1 400</b>	<b>1 470</b>	<b>1 470</b>	<b>1 470</b>	<b>1 470</b>	1 400	1 400	15 890
Oh (m <sup>3</sup> /mes)		1 450	2 232	<b>2 641</b>	1 799	609	283	116	<b>68</b>	96	204	251	623	10 372
IUA		87	50	<b>37</b>	62	219	495	1 265	<b>2 159</b>	1 525	722	559	225	153

En la **Unidad hidrográfica Pavas Cantones Puyango y Pindal**; la demanda hídrica varía de 4 672 m<sup>3</sup>/mes en marzo y 8 760 m<sup>3</sup>/mes en julio a septiembre, evidenciando un aumento en los meses secos. La oferta hídrica (Oh) oscila entre 222 m<sup>3</sup>/mes en septiembre y 9 408 m<sup>3</sup>/mes en marzo, con una distribución que parece ajustarse a las necesidades de la

demanda. El índice de uso anual (IUA) muestra valores más elevados en agosto (3 008) y más bajos en marzo (50), indicando que los recursos están sometidos a una presión más alta en los meses de menor oferta relativa.

Tabla 13. Uso del recurso hídrico Unidad hidrográfica Pavas

Parámetros	Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Dh (m3/mes)		7 008	5 256	<b>4 672</b>	6 424	7 300	7 300	<b>8 760</b>	<b>8 760</b>	<b>8 760</b>	7 884	7 300	7 592	87 016
Oh (m3/mes)		4642	7 242	9 408	5 848	2 636	1 330	469	291	<b>222</b>	559	883	1 792	35 322
IUA		151	73	<b>50</b>	110	277	549	1 866	<b>3 008</b>	3 943	1 410	827	424	246

### 6.3. Oferta, Demanda e Índice del uso del agua

La oferta hídrica es la cantidad de agua proporcionada por las unidades hidrográficas; mientras que la demanda hídrica se refiere al agua necesaria para satisfacer necesidades de consumo humano y agrícola de un sector o ecosistema. El índice de uso de agua permite evaluar la cantidad de agua utilizada en diversas actividades agrícolas y domésticas (Figura 15).

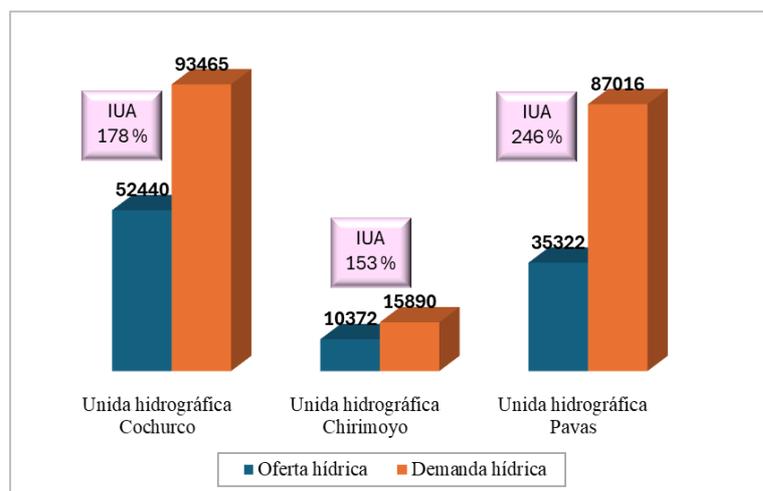


Figura 15. Oferta, Demanda e Índice de uso de agua.

La **Unidad hidrográfica Cochurco** enfrenta una alta presión sobre el recurso hídrico, lo que genera un desbalance en los meses de mayor demanda, con posibles implicaciones para la gestión sostenible del agua. La **Unidad hidrográfica Chirimoyo** presenta déficits hídricos durante los meses de sequía, aunque se busca mantener un balance hídrico adecuado. En la **Unidad hidrográfica Pavas** se recomienda una gestión cuidadosa del recurso para evitar déficits significativos.

## 7. Discusión

### 7.1. Aspectos socioeconómicos de las microcuencas de los cantones Puyango y Pindal pertenecientes a la cuenca hidrográfica Puyango

Las tres unidades hidrográficas analizadas presentan forma rectangular-oblonga, lo que favorece la captación y aprovechamiento del agua lluvia; al estar sujetas a menores crecientes, reducen el riesgo de inundaciones y se convierten en áreas adecuadas para asentamientos humanos. La Autoridad Nacional del Agua de Perú (2021) indica que las microcuencas con este factor de forma tienden a tener un flujo de agua más rápido, lo que facilita una evacuación eficiente y un mayor arrastre de sedimentos hacia su base, contribuyendo a la estabilidad del entorno.

En la Unidad Hidrográfica Cochurco, la mayor parte de la población se concentra en las zonas media y alta (Tabla 2). En la Unidad hidrográfica Chirimoyo, los habitantes se ubican principalmente en las zonas media y baja (Tabla 5). Por su parte, en la Unidad Hidrográfica Pavas, la zona media es donde se encuentra la mayor proporción de población (Tabla 8). Ordoñez (2011) señala que en una cuenca hidrográfica se distinguen tres sectores característicos, siendo el sector medio el que presenta mejores condiciones habitacionales, propiciando actividades agrícolas. No obstante, en Cochurco, la población se localiza en la parte alta debido a la mayor fertilidad del suelo.

Las actividades principales en estas unidades hidrográficas son la agricultura y ganadería (Tablas 3, 6, 9); adaptándose a los distintos pisos altitudinales (Tablas 4, 7, 10). Estas variaciones altitudinales dan lugar a diversas zonas de vida; los bosques húmedos premontano en las áreas altas cuentan con mayor húmedas y biodiversidad; los bosques montanos bajos con un clima templado y la zona baja alberga vegetación típica como el bosque seco tropical, notando así que la zona media y baja concentran una mayor población debido a sus características habitables. INHERI (2018), destaca que los bosques premontanos están vinculados a zonas lluviosas que favorecen la agricultura, mientras que los bosques secos tropicales acumulan humedad, aumentando así la fertilidad el suelo y facilitando el cultivo de café.

La cobertura vegetal en estas unidades hidrográficas es variada, predominando las tierras agropecuarias, lo que indica que gran parte del territorio se destina a actividades agrícolas y ganaderas. También existen otras coberturas como bosques y vegetación arbustiva.

Según Volonté et al. (2018), la cobertura vegetal es crucial en una cuenca hidrográfica ya que contribuye a la absorción del agua de lluvia y reduce el riesgo de escorrentía que causa erosión y sedimentación. Estudios han demostrado que las cuencas con cobertura vegetal homogénea tienen una mayor disponibilidad de agua porque contribuye a mantener el agua superficial. Además, ayuda a estabilizar los caudales, proporcionando agua durante épocas de sequía (Cabrera et al., 2021). Por lo tanto, se puede afirmar que las Unidades Hidrográficas Cochurco, Pavas y Chirimoyo tienen una adecuada capacidad para absorber agua y suministrar recursos hídricos a la población gracias a sus extensas áreas boscosas.

Los análisis realizados indican que los hogares reciben agua entubada debido a la falta de infraestructura para un tratamiento adecuado del recurso hídrico. Es importante señalar que existe un porcentaje de contaminación del agua por prácticas inadecuadas en la eliminación de basura (Anexo 7); muchas familias incineran desechos, lo que provoca que las cenizas sean arrastradas por el viento hacia ríos y quebradas, contaminando así las fuentes hídricas. Nunez (2010) menciona que las fuentes de agua dulce son susceptibles a contaminantes, amenazando la salud humana. Esto incluye desde grandes trozos de basura hasta sustancias químicas que afectan lagos y ríos; además, el aumento poblacional contribuye a una crisis en el suministro de agua dulce esencial para necesidades básicas.

En estas consideraciones, la falta de una estructura adecuada y de sistemas de riego provoca una distribución ineficiente del recurso hídrico para las actividades agrícolas, lo que genera temporadas de sequía y disminuye la producción de cultivos, haciéndolos menos rentables para los productores. Esta situación ha llevado a la población a recurrir a la ganadería intensiva, contribuyendo así a la contaminación del agua.

## **7.2. Uso del recurso hídrico de las microcuencas de los cantones Puyango y Pinal pertenecientes a la cuenca hidrográfica Puyango**

En las unidades hidrográficas analizadas se observó gran cantidad de oferta hídrica disponible en las zonas de estudio; sin embargo, no cubre con totalidad las necesidades de la población. Según Pomca (2009) la oferta hídrica, es el volumen disponible para satisfacer las demandas generadas por diversas actividades sociales económicas; cabe mencionar que pueden existir épocas de sequía con disminución de la oferta.

Las principales demandas hídricas en las unidades hidrográficas Cochurco, Pavas y Chirimoyo corresponden al uso doméstico, agrícola y pecuario. No se registran demandas

significativas para servicios o el sector industrial debido a la mala calidad del agua, afectada por actividades contaminantes como la quema de basura y la minería. Pereira et al. (2009) destacan que la agricultura es uno de los sectores más consumidores de agua a nivel global, lo cual se refleja en los datos obtenidos en estas unidades hidrográficas. Además, Vélez (2023) señala que el sector agrícola consume el 77 % del agua disponible.

Muchos agricultores carecen de riego tecnificado en sus sistemas de producción debido a la falta de infraestructura adecuada y a la ausencia de juntas de regantes que faciliten una distribución equitativa del recurso hídrico. Además, el exceso de ganadería contribuye a la contaminación del agua, lo que obliga a los agricultores a depender de las vertientes en sus terrenos en lugar de utilizar el agua del sistema hídrico principal. Aquellos que sí acceden al cauce perenne lo hacen principalmente mediante bombeo. WeAre Water Foundation (2013) destaca que la insuficiencia de infraestructura para almacenamiento y la distribución del agua, junto con la contaminación de los sistemas de transporte hídrico por actividades mineras y una débil organización, dificulta la obtención de este recurso durante la época seca, impactando negativamente en la producción agrícola.

Las sequías representan un desafío significativo para la gestión hídrica. Galindo et al. (2014) indican que la estacionalidad de las lluvias y el cambio climático afectan la disponibilidad del agua, provocando escasez durante los meses con baja precipitación. El clima es un factor determinante en las condiciones ambientales que regulan la disponibilidad del agua; por ejemplo, en zonas con clima tropical y lluvias regulares no se presenta déficit hídrico (Osorio, 2023). En los primeros meses del año se observa mayor precipitación en la zona de estudio.

El análisis revela que las tres unidades hidrográficas presentan un índice de uso de agua que representa una presión hídrica significativa. La falta de infraestructura adecuada para sistemas de riego y agua potable impide una distribución efectiva del recurso para satisfacer las diversas necesidades humanas y agrícolas. Molden (2007) sugiere que el índice de uso del agua debe estar estrechamente relacionado con la demanda hídrica y la oferta disponible; por lo tanto, es fundamental implementar tecnologías de riego más eficientes y prácticas agrícolas sostenibles para moderar este índice.

## 8. Conclusiones

- Las unidades hidrográficas Cochurco, Chirimoyo y Pavas ofrecen un gran potencial para el desarrollo agrícola y ganadero por la fertilidad de sus suelos y la diversidad de ecosistemas, lo que respalda la economía local.
- La falta de infraestructura adecuada para el tratamiento y distribución del agua limita la eficiencia de estas actividades, afectando la productividad y rentabilidad de los cultivos.
- La dependencia de la ganadería intensiva como alternativa económica incrementa los riesgos de degradación ambiental y pérdida de recursos hídricos, comprometiendo la sostenibilidad económica a largo plazo.
- La cobertura vegetal en las zonas de estudio favorece la estabilidad del entorno y la disponibilidad hídrica en épocas de sequía.
- Las prácticas inadecuadas, como la quema de desechos y el manejo deficiente de la agricultura intensiva, han provocado contaminación y degradación de los ecosistemas. Esto requiere esfuerzos integrados para reducir la presión sobre los recursos naturales y mitigar el impacto humano.
- La escasez de agua de calidad en estas zonas limita la satisfacción de necesidades básicas, como el consumo doméstico, y afecta la calidad de vida de las comunidades.
- La falta de organización en la gestión del recurso hídrico evidenciada por la ausencia de juntas de regantes, agrava la inequidad en su distribución.
- La presión hídrica en las unidades hidrográficas, exacerbada por prácticas agrícolas y pecuarias insostenibles y la contaminación de las fuentes de agua, pone en riesgo la integridad de los ecosistemas locales.
- Para mitigar el deterioro ambiental y conservar el equilibrio ecológico, es esencial implementar técnicas de riego sostenibles y reducir las actividades contaminantes.

## 9. Recomendaciones

- Es fundamental llevar a cabo una recopilación exhaustiva de información sobre la población local, actividades económicas, uso del suelo, infraestructuras y fuentes de agua. Esto permitirá, mediante herramientas de georreferenciación, mapear la microcuenca, identificar áreas críticas, zonas de recarga hídrica y determinar los usos del suelo.
- Es crucial conocer el impacto ambiental y social de las actividades humanas que afectan el recurso hídrico y el retorno socioeconómico local. Esto incluye identificar riesgos y oportunidades para desarrollar recomendaciones sobre la gestión integrada del agua en la microcuenca, abarcando medidas de conservación, uso eficiente del recurso y participación comunitaria.
- Se propone implementar juntas de agua para garantizar una distribución adecuada del recurso y establecer plantas de tratamiento que proporcionen acceso a agua potable en los hogares, asegurando así la disponibilidad necesaria para las actividades agrícolas.
- Se sugiere realizar convenios con los diferentes Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) para involucrar a los habitantes de las zonas de estudio en actividades como entrevistas y talleres participativos.

## 10. Bibliografía

- Acosta, B. (2021, enero 21). *TIPOS de VEGETACIÓN, características y ejemplos—Resumen*. ecologiaverde.com. <https://www.ecologiaverde.com/tipos-de-vegetacion-2429.html>
- AEROTERRA. (2020, agosto 25). *SIG | ¿Qué es un Sistema de Información Geográfica? | Aeroterra*. <https://www.aeroterra.com/es-ar/que-es-gis/introduccion>
- Arellano, F. (2024). *Método Cualitativo: Qué es, características, tipos y ejemplos*. Enciclopedia Significados. <https://www.significados.com/metodo-cualitativo/>
- Autoridad Nacional del Agua de Perú. (2021). *Fisiografía*. Drupal. <https://www.ana.gob.pe/2019/consejo-de-cuenca/pampas/F>
- Calviño, F. (2023, julio 5). *La importancia de una planificación agrícola exitosa: Lecciones del mal de Río Cuarto en Argentina - Cultiva*. <https://blog.sima.ag/2023/la-importancia-de-una-planificacion-agricola-exitosa-lecciones-del-mal-de-rio-cuarto-en-argentina/>
- Cervigón, F. (2020). *Usos del agua y servicios de los ecosistemas acuáticos*. Guía Fundación Nueva Cultura del Agua. <https://www.fnca.eu/guia-nueva-cultura-del-agua/areas/la-economia-del-agua/27-usos-del-agua-y-servicios-de-los-ecosistemas-acuaticos>
- Chamba, M., Massa, P., & Fries, A. (2019). Presión demográfica sobre el agua: Un análisis regional para Ecuador. *Revista Geográfica Venezolana*, 60(2), 360-377.
- CIIFEN. (2022). *Tiempo Atmosférico y Clima | CIIFEN*. <https://ciifen.org/tiempo-atmosferico-clima/>
- CNR. (2018, abril 25). *Infraestructura*. Comisión Nacional de Riego. <https://www.cnr.gob.cl/agricultores/infraestructura/infraestructura/>
- CODESAN. (2022). *Demanda de Agua para Riego – Atlas Virtual*. <https://indicadores-ecuador.condesan.org/estados/demanda-de-agua-para-riego/>

- Cristancho, L. (2022, abril 15). *El concepto de trabajo: Perspectiva histórica*.  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-03482022000100105](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-03482022000100105)
- Croft, M. (2020, enero 1). *Evaluación de la calidad del suelo: Por qué y cómo*. ECHOcommunity. <https://www.echocommunity.org/resources/ded105b4-d364-4c41-9d5e-563722ec93a7>
- Duarte, F. H. D. (2015). *FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS*.
- Equipo Hanna. (2019, agosto 2). *Monitoreo de agua en piscicultura | Productos para Acuicultura Hanna Instruments*.  
<https://www.hannacolombia.com/aqua/blog/item/monitoreo-de-agua-en-piscicultura>
- FAO. (2014). *El capital agrario en fincas de la agricultura familiar campesina | FAO*.  
<https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/332305/>
- FAO. (2020, mayo 7). *Noticias*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.  
<http://www.fao.org/sustainability/news/detail/es/c/1279267/>
- FIDA. (2021). *Investigación agrícola para el desarrollo*. FIDA.  
<https://www.ifad.org/en/initiatives/agricultural-research-for-development>
- Fondo para La Comunicación y la Educación Ambiental. (2021, julio 2). *Cuencas hidrográficas ¿Qué son? ¿Cuál es su importancia?* *Agua.org.mx*.  
<https://agua.org.mx/actualidad/cuencas-hidrograficas-que-son-cual-es-su-importancia/>
- Galindo, Samaniego, J., Alatorre, J. E., & Carbonell, J. F. (2014). *Reflexiones metodológicas del análisis del cambio climático*.

- García. (2023). *Estimación del índice de uso de agua en la microcuenca de la quebrada La Sultana ubicada en el municipio de Caldas, Antioquia perteneciente a la empresa Cipreses de Colombia S.A.* <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/34030>
- Harswal. (2021). Importancia del Desarrollo de las Cuencas Hidrográficas en la Gestión de los Recursos Hídricos. *The WASH Room*. <https://thewashroom.waterforpeople.org/es/importancia-del-desarrollo-de-las-cuencas-hidrograficas-en-la-grh/>
- Haydee. (2022, febrero 8). *Estructura organizacional: Qué, para qué y cómo crearla*. Pandapé. <https://www.pandape.com/blog/estructura-organizacional/>
- Huesa, J. (2017, octubre 20). Aplicación de tecnología en los sistemas de riego. *J. Huesa Water Technology - Tratamiento de aguas*. <https://jhuesa.com/aplicacion-de-tecnologia-en-los-sistemas-de-riego>
- iAgua, redaccion. (2023, abril 19). *¿Cuál es la superficie de regadío en el mundo?* [Text]. iAgua; iAgua. <https://www.iagua.es/respuestas/cual-es-superficie-regadio-mundo>
- IDEAM. (2015). *2014—ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA - IDEAM*. [http://www.ideam.gov.co/web/agua/estudio-nacional-del-agua/-/document\\_library\\_display/hWSQik0LFPrw/view/125687715](http://www.ideam.gov.co/web/agua/estudio-nacional-del-agua/-/document_library_display/hWSQik0LFPrw/view/125687715)
- IDEAM. (2018). *ÍNDICE DEL USO DEL AGUA (IUA)*. <http://www.ideam.gov.co/web/agua/iua>
- INDRHI. (2018, octubre 8). *Junta de Regantes – Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos / INDRHI*. <https://indrhi.gob.do/de-interes/junta-de-regantes/>
- INHERI. (2018). *Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de la Provincia de Loja*. <https://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea02s/begin.htm#Contents>

- Iñiguez, M., Ojeda-Bustamante, W., & Díaz-Delgado, C. (2015). La infraestructura hidroagrícola ante escenarios del cambio climático. *Tecnología y ciencias del agua*, 6(5), 89-101.
- Jaya, & Rodriguez. (2023). *Determinación de la oferta hídrica en las microcuencas de los ríos Ishpi, Daldal, Uldán y quebrada Cachipata, en la Provincia de Chimborazo*.
- Jiménez, F. (2004). *La cuenca hidrográfica como unidad de planificación, manejo y gestión de los recursos naturales*. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/8334>
- Kuzma, S., Saccoccia, L., & Chertok, M. (2023). *25 países, una cuarta parte de la población mundial, enfrentan un estrés hídrico extremadamente alto*. <https://es.wri.org/insights/25-paises-una-cuarta-parte-de-la-poblacion-mundial-enfrentan-un-estres-hidrico>
- Luzuriaga. (2018). *Dialoguemos*. <https://dialoguemos.ec/>
- Montoriol, J. (2022, abril 1). *El uso del agua en la agricultura: Avanzando en la modernización del regadío y la gestión eficiente del agua*. CaixaBank Research. <https://www.caixabankresearch.com/es/analisis-sectorial/agroalimentario/uso-del-agua-agricultura-avanzando-modernizacion-del-regadio-y>
- Morote, A., Hernández, M., & Lois, R. (2019). *Propuestas al déficit hídrico en la provincia de Alicante: Medidas desde la gestión de la demanda y oferta de recursos hídricos*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6847577>
- Nunez, C. (2010). *La contaminación del agua constituye una crisis mundial creciente. Esto es lo que hay que saber*. National Geographic. <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/contaminacion-del-agua>

- Núñez, S. (2020, diciembre 23). *ELEMENTOS y FACTORES del CLIMA - ¡Resumen!* ecologiaverde.com. <https://www.ecologiaverde.com/elementos-y-factores-del-clima-3167.html>
- Obando, T. (2016, junio 16). Cuenca Hidrográfica, uso del suelo y estaciones meteorológicas en Nicaragua. *Monografias.com*. <https://www.monografias.com/trabajos109/cuenca-hidrografica-uso-del-suelo-y-estaciones-meteorologicas-nicaragua/cuenca-hidrografica-uso-del-suelo-y-estaciones-meteorologicas-nicaragua>
- Palma, M. (2020, noviembre 5). La importancia del agua en el ganado. *Molinos Champion*. <https://www.molinoschampion.com/agua-en-el-ganado/>
- Pilamunga, N. (2019). *Gobernanza de los recursos hídricos como medida de adaptación al cambio climático en la microcuenca del Río Escudillas* [bachelorThesis]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9755>
- PNUD. (2024). *Quedándonos secos: Abordando el estrés hídrico en América Latina y el Caribe*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. <https://www.undp.org/es/latin-america/blog/quedandonos-secos-abordando-el-estres-hidrico-en-america-latina-y-el-caribe>
- Pomca. (2009). *PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA MAYOR DEL RÍO LAGUNILLA – TOLIMA*. [https://cortolima.gov.co/images/POMCA/POMCA\\_rio\\_lagunilla/FASE2/SUBSISTEMA\\_FISICBIOTICO/1.6\\_HIDROLOGIA.pdf](https://cortolima.gov.co/images/POMCA/POMCA_rio_lagunilla/FASE2/SUBSISTEMA_FISICBIOTICO/1.6_HIDROLOGIA.pdf)
- Quimbaya, J. (2022). Uso y manejos de suelos y aguas bajo cambio climático para desarrollos agrícolas sostenibles. *Procana*. <https://procana.org/site/uso-y-manejos-de-suelos-y-aguas-bajo-cambio-climatico-para-desarrollos-agricolas-sostenibles/>

- Rangel, L., Rivas, L., & Esqueda-Walle, R. (2017). *La Situación Socioeconómica en la Cuenca*.
- Rendón, L. (2021, agosto 23). *El uso eficiente del agua en la agricultura – CIMMYT | IDP*.  
<https://idp.cimmyt.org/el-uso-eficiente-del-agua-en-la-agricultura/>
- Rodríguez, L., Hernández, J., Cuchivaguen, J., & Cumbe, M. (2022). *Sistematización y caracterización de los componentes Suelo, Hídrico, Social y Económico del sector sur de la cuenca hidrográfica de Río Seco—ProQuest*.  
<https://www.proquest.com/openview/125024aebbcba943275d2f1a008d8dcc/1?pqorigsite=gscholar&cbl=1006393>
- Romero, C. (2019, diciembre 9). *Conceptos de flora y vegetación*.  
[https://personal.us.es/zarco/PIM-Botanica/Temas/PIM\\_t4/T4\\_1\\_Flora.html](https://personal.us.es/zarco/PIM-Botanica/Temas/PIM_t4/T4_1_Flora.html)
- Siena, D. (2023). *Consejos para un taller participativo exitoso*. Diseño Cívico.  
<https://www.disenocivico.com/c/articulos/consejos-para-un-taller-participativo-exitoso>
- Telwesa. (2022, agosto 23). *Consumo industrial del agua*. Telwesa.  
<https://telwesa.com/consumo-industrial-del-agua/>
- Torero, M. (2021, abril 21). *La acuicultura, productividad y uso sostenible del agua*.  
archivo.revistaganaderia.com.  
[https://archivo.revistaganaderia.com/acuicultura/editorial-agricola-ganaderia/editorial-agricola-ganaderia\\_13054\\_164\\_16300\\_0\\_1\\_in.html](https://archivo.revistaganaderia.com/acuicultura/editorial-agricola-ganaderia/editorial-agricola-ganaderia_13054_164_16300_0_1_in.html)
- Universidad del Estado de Pensilvania. (2023, enero 6). *Introducción a los Suelos: La Calidad de los Suelos*. <https://extension.psu.edu/introduccion-a-los-suelos-la-calidad-de-los-suelos>

- Valdivielso, A. (2020, octubre 13). *Cuenca hidrográfica de un río* [Text]. iAgua; iAgua. <https://www.iagua.es/respuestas/cuenca-hidrografica-rio>
- WeAre Water Foundation. (2013). Infraestructura de riego y formación agroecológica en Ecuador. *We Are Water*. <https://www.wearewater.org/es/proyectos/infraestructura-de-riego-y-formacion-agroecologica-en-ecuador/>
- Yépez, M. (2015). Los recursos naturales y el manejo de Cuencas Hidrográficas [bachelorThesis, PUCE]. En *Pontificia Universidad Católica del Ecuador*. <http://repositorio.puce.edu.ec:80/handle/22000/8749>
- Zaldívar, A. (2016, enero 29). *Uso del agua en ganadería*. Agronegocios. <https://www.agronegocios.es/mundo-ganadero/uso-del-agua-en-ganaderia-generalidades/>
- Zorrilla, A. (2019). Talleres participativos: Una herramienta para planificar y accionar juntos. *Campus digital idyd*. <https://campusidyd.com/talleres-participativos/>

## 11. Anexos

### *Anexo 1. Información general unidades hidrográficas en estudio.*

#### a) Unidad hidrográfica Cochurco

---

Unidad Hidrográfica Cochurco	
Invierno	Verano
	
Coordenadas:	Longitud: 606 681 Latitud: 957 1804
Área:	116,02 km <sup>2</sup>
Población:	786 personas
Oferta hídrica:	4 370,03 Mm <sup>3</sup> /año
Demanda hídrica:	184 140 m <sup>3</sup> /año
Índice de uso de agua:	4 213,70
Cultivos:	Banano, café, caña de azúcar y maíz.

---

b) Unidad Hidrográfica Chirimoyo

---

Unidad Hidrográfica Chirimoyo

---

Invierno



Verano



Coordenadas:

Longitud: 602 720

Latitud: 957 0345

Área:

21,90 km<sup>2</sup>

Población:

226 personas

Oferta hídrica:

864,33 Mm<sup>3</sup>/año

Demanda hídrica:

39 960 m<sup>3</sup>/año

Índice de uso de agua:

4 623,23

Cultivos:

Café y maíz.

---

c) Unidad hidrográfica Pavas

---

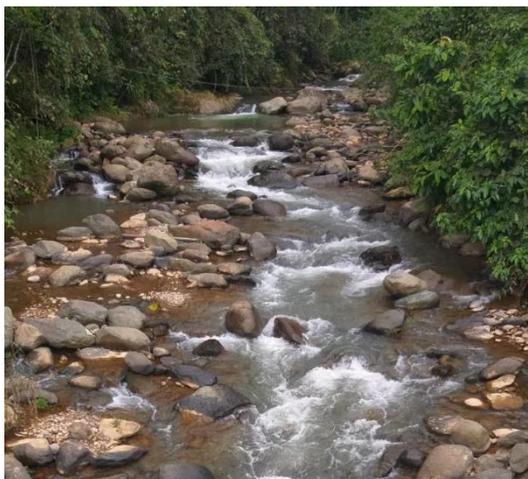
Unidad Hidrográfica Pavas

---

Invierno



Verano



Coordenadas:

Longitud: 585 248 Latitud: 9 550 765

Área:

101,23 km<sup>2</sup>

Población:

1 143 personas

Oferta hídrica:

2 943,51 Mm<sup>3</sup>/año

Demanda hídrica:

157 680 m<sup>3</sup>/año

Índice de uso de agua:

5 356,87

Cultivos:

Café, caña de azúcar, frejol y maíz.

---

*Anexo 2. Reconocimiento de la zona de estudio.*

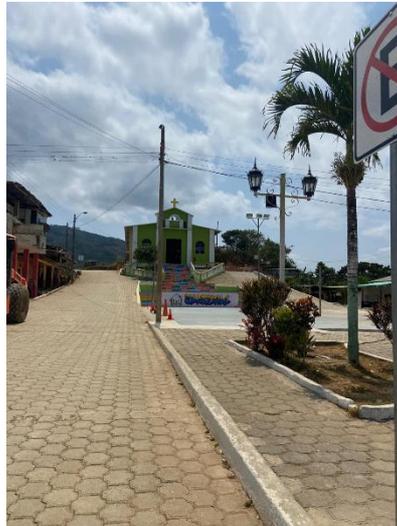
a) Cantón Puyango



b) Parroquia El Arenal



c) Parroquia El Limo



*Anexo 3. Desarrollo de entrevistas.*

a) Parroquia El Arenal.



b) Presidente parroquia El Arenal y presidente junta de agua.



c) Presidente barrial.



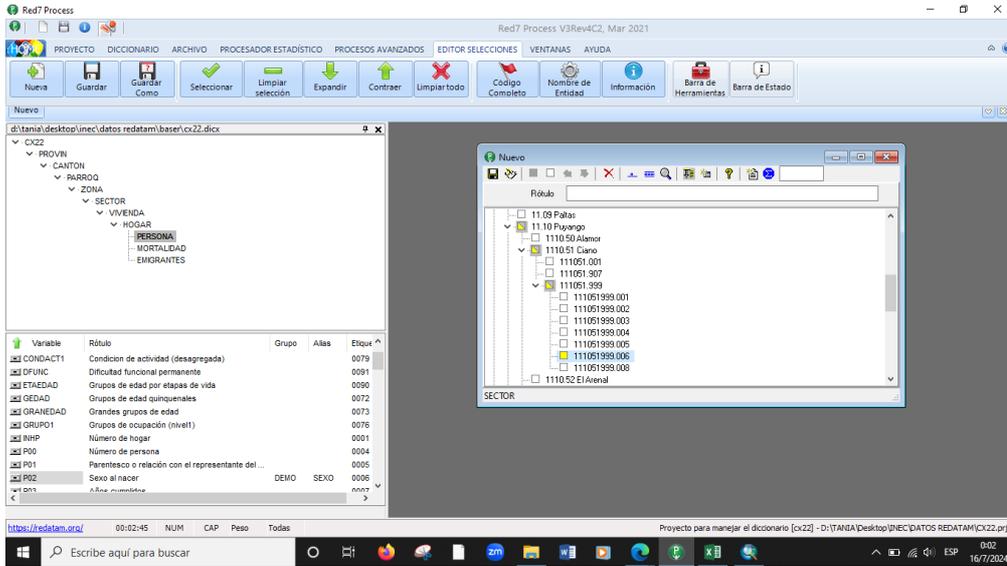
d) Presiente Parroquia Ciano



e) Presidente Parroquia El Limo



#### Anexo 4. Obtención de datos de la población.



#### Anexo 5. Desarrollo de talleres participativos.

a) Parroquia El Arenal

b) Parroquia El Arenal



c) Parroquia El limo



d) Parroquia El limo



*Anexo 6. Suministros de agua.*

a) Unidad hidrográfica Cochurco.

El agua que recibe la vivienda proviene o es suministrada por:	Hogares por zona			
	Baja	Media	Alta	Total
Empresa pública / Municipio	1		1	2
Juntas de agua / Organizaciones comunitarias / GAD Parroquial	19	71	77	167
Pozo	1	1	1	3
Otras fuentes (río, vertiente, acequia, canal, grieta de lluvia)	2	32	73	107
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>104</b>	<b>152</b>	<b>279</b>

b) Unidad hidrográfica Chirimoyo.

El agua que recibe la vivienda proviene o es suministrada por:	Hogares por zona			
	Baja	Media	Alta	Total
Juntas de agua / Organizaciones comunitarias / GAD Parroquial	1	1	2	4
Pozo		1		1
Otras fuentes (río, vertiente, acequia, canal, grieta de lluvia)	24	24	13	61
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>15</b>	<b>66</b>

c) Unidad hidrográfica Pavas.

El agua que recibe la vivienda proviene o es suministrada por:	Hogares			
	Baja	Media	Alta	Total
Empresa pública / Municipio		67	1	68
Juntas de agua / Organizaciones comunitarias / GAD Parroquial	18	64	79	161
Pozo	8	4		12
Otras fuentes (río, vertiente, acequia, canal, grieta de lluvia)	21	6	24	51
<b>Total</b>	<b>47</b>	<b>141</b>	<b>104</b>	<b>292</b>

*Anexo 7. Métodos de eliminación de la basura.*

a) Unidad hidrográfica Cochurco.

Eliminación de la basura:	Hogares por zona			
	Baja	Media	Alta	Total
Por carro recolector	9	73	61	143
Por contenedor municipal		3		3
La arroja a terreno baldío	2			2
La quema	10	28	85	123
La entierra	1		2	3
De otra forma	1		4	5
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>104</b>	<b>152</b>	<b>279</b>

b) Unidad hidrográfica Chirimoyo.

Eliminación de la basura:	Hogares por zona			
	Baja	Media	Alta	Total
Por carro recolector	1	1	1	3
La quema	24	25	14	63
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>15</b>	<b>66</b>

c) Unidad hidrográfica Pavas.

Eliminación de la basura:	Hogares por zona			
	Baja	Media	Alta	Total
Por carro recolector	1	30	44	75
La arroja a terreno baldío		2	1	3
La quema	45	107	56	208
La entierra	1	2	2	5
De otra forma			1	1
<b>Total</b>	<b>47</b>	<b>141</b>	<b>104</b>	<b>292</b>

*Anexo 8. Tipos de vía.*

a) Unidad hidrográfica Cochurco.

Tipo de vía:	Hogares por zona			
	Baja	Media	Alta	Total
Calle	13	47	4	64
Carretera	11	33	62	106
Sendero	8	13	99	120
Camino	12	13	22	47
<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>106</b>	<b>187</b>	<b>337</b>

b) Unidad hidrográfica Chirimoyo.

Tipo de vía:	Hogares por zona			
	Baja	Media	Alta	Total
Calle		1		1
Carretera	1	10	1	12
Sendero	56	9	29	94
<b>Total</b>	<b>57</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>107</b>

c) Unidad hidrográfica Pavas.

Tipo de vía:	Hogares por zona			
	Baja	Media	Alta	Total
Calle			1	1
Carretera	2	76	19	97
Callejón		3	1	4
Sendero	38	46	17	101
Camino	14	45	65	124
<b>Total</b>	<b>54</b>	<b>170</b>	<b>103</b>	<b>327</b>

*Anexo 9. Certificado de la realización del abstract.*

**CERTIFICADO DE TRADUCCIÓN**

Yo, Edson Isaac Vásquez Rodríguez, con número de cédula 1104586795 y con títulos de **Licenciado en Ciencias de la Educación, Mención Idioma Inglés**, registrado en el SENESCYT con número 1008-15-133496; y **Magister en enseñanza de inglés como lengua extranjera**, registrado en el SENESCYT con número 1021-2023-2660519.

**CERTIFICO:**

Que he realizado la traducción de español a idioma Inglés del resumen del presente Trabajo de Integración Curricular denominado “**CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA DE LAS MICROCUENCAS DE LOS CANTONES PUYANGO Y PINDAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA PUYANGO**”, de autoría de **Tania Denisse Cartuche Congo**, portadora de la cédula de identidad, número **1150424214**, estudiante de la carrera de Ingeniería Agrícola, Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, siendo el mismo verdadero y correcto a mi mejor saber y entender.

Loja, 09 de enero de 2025

Atentamente,



Lcdo. Edson Isaac Vásquez Rodríguez, Mg. Sc.  
**C.I. 1104586795**

**REGISTRO DEL SENESCYT:**

1008-15-133496  
1021-2023-2660519