

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ARTES

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MAGÍSTER EN URBANISMO CON MENCIÓN EN
EN PROYECTOS URBANOS CON ENFOQUE AL CAMBIO CLIMÁTICO

Recuperar el territorio a través del Suelo, Agua y Agricultura



PAOLA INÉS MENESES BUCHELI

DIRECTORA: PAOLA BRACCHI

IBARRA – ECUADOR
2023

Dedicatoria

A Matías y Mila, tratando de sembrar la primera semilla de transformación en el lugar que los ve crecer.

Agradecimiento

A Christian por el apoyo emocional y logístico, a Matías y Mila por perdonar los cuentos que dejé de contarles, a mis padres por motivarme y a mi tutora por guiarme.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	3
PROBLEMÁTICA Y ESTADO DEL ARTE.....	6
Objetivo-Pregunta de investigación.....	7
METODOLOGÍA.....	7
RESULTADOS-DIAGNÓSTICO.....	8
DISCUSIÓN.....	32
ESTRATEGIAS.....	33
CONCLUSIONES.....	42
BIBLIOGRAFÍA.....	44

RESUMEN

Esta investigación busca comprender las consecuencias de las prácticas agrícolas basadas en la revolución verde, sobre el suelo, el sistema hídrico y la soberanía alimentaria, dentro de la comuna de Azaya de Urcuquí, en la provincia de Imbabura.

Estudios como el de Guilcamaigua, (2019) sobre la relación de este tipo de agricultura y los ecosistemas, e informes como el de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos (WWAP) 2018, plantean que estas prácticas agrícolas son responsables de la desertificación del suelo, del desequilibrio del ciclo hídrico y en general del deterioro de los ecosistemas. Tanto la urbanización en zonas urbanas como las malas prácticas agrícolas en zonas rurales sellan el suelo contribuyendo a empeorar las condiciones climáticas locales.

En base a una recopilación y análisis de información de fuentes primarias y secundarias este trabajo describe la situación actual del área de estudio explicando cual es la condición: de sus suelos, de su ciclo hídrico y de su soberanía alimentaria. Con el objetivo de evidenciar como la transformación de la cobertura del suelo dada por este tipo de prácticas agrícolas, ha afectado al territorio de la comuna.

El trabajo concluye que las prácticas agrícolas que se aplican en la comuna impermeabilizan el suelo, disminuyen su capacidad de absorción e incrementan la escorrentía superficial. Según Salvador Rueda (2012), la impermeabilización y sellado del suelo genera islas de calor, sequedad excesiva, riesgo de inundación, desertificación, etc. Además, el uso de agroquímicos que demanda este tipo de agricultura afecta a los microorganismos del suelo, contamina el agua y perjudica a la salud humana. Por otro lado, la sustitución de la cobertura natural del suelo (principalmente en las quebradas), fragmenta los ecosistemas y afecta a las poblaciones de especies vegetales y animales. El deterioro de la vegetación nativa de las quebradas y la falta de protección del páramo disminuye el flujo hídrico y desequilibra su ciclo.

Finalmente, y en respuesta a las afectaciones detectadas, se plantean posibles estrategias de regeneración/recuperación del suelo y del sistema hídrico, tomando ejemplos de proyectos aplicados en el territorio andino de agricultura regenerativa, de recuperación de prácticas agrícolas ancestrales (Chakras Andinas), de siembra de agua con los sistemas preincaicos de Amunas y de cosecha de agua con sistemas de atrapanieblas.

PALABRAS CLAVE

Sistema hídrico, suelo, agricultura, soberanía alimentaria.

ABSTRACT

This research aims to understand the consequences of agricultural practices underpinned by the Green Revolution paradigm on the soil, on water the system, and on food sovereignty within the Azaya de Urcuquí commune in the province of Imbabura.

Studies such as Guilcamaigua (2019) on the relationship between this type of agriculture and ecosystems, as well as reports like the United Nations World Water Assessment Programme (WWAP) 2018, suggest that these agricultural practices are responsible for soil desertification, disruption of the water cycle, and overall ecosystem deterioration. Both urbanization in urban areas and poor agricultural practices in rural areas seal the soil, contributing to worsening local climatic conditions.

Based on a compilation and analysis of information from primary and secondary sources, this work describes the current situation in the study area, explaining the condition of its soils, its water cycle, and its food sovereignty. The goal is to demonstrate how the transformation of land cover due to these agricultural practices has affected the commune's territory.

The study concludes that the agricultural practices applied in the commune seal the soil, reduce its absorption capacity, and increase surface runoff. According to Salvador Rueda (2012), soil sealing generates heat islands, excessive dryness, flood risk, desertification, etc. Furthermore, the use of agrochemicals required by this type of agriculture affects soil microorganisms, contaminates water, and harms human health. Additionally, the replacement of natural soil cover, especially in the ravines, fragments ecosystems and negatively affects populations of plant and animal species. The deterioration of native vegetation in the ravines and the lack of protection for the páramo reduce water flow and disrupt its cycle.

Finally, in response to the identified impacts, possible strategies for soil and water system regeneration/recovery are proposed, drawing examples from projects applied in the Andean territory, such as regenerative agriculture, the revival of ancestral agricultural practices (Chakras Andinas), water seeding using pre-Incan Amunas systems, and water harvesting using fog-catching systems

KEYWORDS

Water system, soil, agriculture, food sovereignty

INTRODUCCIÓN

Para este trabajo se ha seleccionado un territorio rural, donde se asienta la comuna de Azaya de Urququí, en la provincia de Imbabura. Esta comuna está ubicada en la cuenca del río Mira, específicamente en la microcuenca de la quebrada Pigunchuela, se extiende dentro de un área de 3739 hectáreas.



Ubicación de la comuna de Azaya de Urququí
Imagen: M. Delgado, 2022.

Sus habitantes durante décadas se han dedicado principalmente a la producción de agricultura convencional a pequeña escala. Guilcamaigua, (2019) describe a este tipo de agricultura como una práctica proveniente de la Revolución Verde, la cual se basa en la producción de alimentos a costa de la integridad de los ecosistemas, utilizando monocultivos, e insumos que demandan altas cantidades de energía. Este tipo de agricultura usa métodos de deforestación masiva, para siembras extensivas sobre suelos totalmente “limpios” de vegetación, mediante arados agresivos o quemas controladas (muchas veces fuera de control). Estas malas prácticas agrícolas son causantes de suelos infértiles, impermeables, cada vez más dependientes de grandes cantidades de agua y fertilizantes.

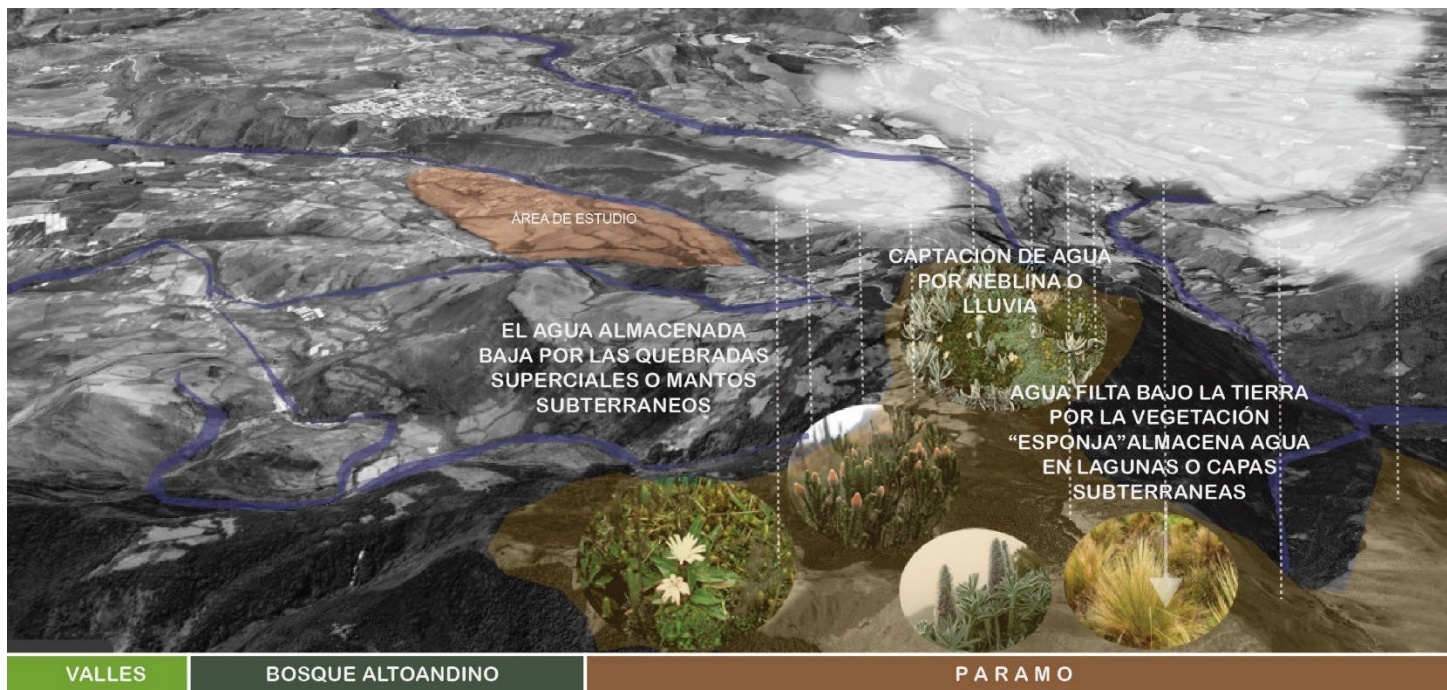


Terreno labrado con tractor, en la parte baja de la comuna de Azaya de Urququí.
Fotografía: P. Meneses, 2023, Comuna de Azaya.

Guilcamaigua (2019), manifiesta que el planeta tiene el reto de alimentar a más población, pero al mismo tiempo debe hacerlo con el mínimo impacto ambiental. Es decir, hay que producir más comida con menos recursos. Dentro de este contexto agrícola, el agua y principalmente la de riego, tiene un papel estratégico, considerando además los datos presentados en el WWAP, donde se expone que el 70% del consumo mundial del agua es destinado para riego de cultivos. Dentro de este mismo informe se evidencia que la mayoría de los suelos en terrenos de cultivos están en condiciones justas, malas o muy malas, causando graves consecuencias en el ciclo hídrico con evaporaciones más altas, menos capacidad del suelo en retención del agua, aumento en la escorrentía superficial y mayor erosión. Por otro lado, plantea la gran importancia que tienen los suelos en el control del movimiento, el almacenaje y la transformación del agua.

El agua que abastece al territorio de la comuna y a gran parte del catón Urcuquí, nace en el páramo de la reserva Cotacachi Cayapas. Díaz (2005) describe a los páramos como “*fábricas de agua*”, almacenan grandes reservas de agua dulce bajo su suelo. Los páramos, gracias a sus características de nubosidad y niebla, a suelos con alta permeabilidad, a vegetación especializada en capturar agua atmosférica y a la presencia de humedales, proveen continuamente agua dulce, contribuyen a la recarga de acuíferos y actúan como reguladores de escorrentía superficial (C. Ruiz, M. Arroyave, M. Gutiérrez, P. Zapata, 2009).

Son ecosistemas de equilibrio delicado, especialmente vulnerables al cambio climático y a las actividades humanas de deforestación o modificación de cobertura vegetal. Podwojewski (1999) explica que la desaparición o el cambio de la cobertura vegetal altera el papel del páramo como regulador de los flujos hídricos, forma costras en el suelo desarrollando superficies hidrofóbicas, propensas a una desecación irreversible sin capacidad de retención del agua. Según Andrade (2017) los páramos también almacenan gran cantidad de carbono en el suelo, su degradación causa la liberación de dióxido de carbono a la atmósfera.



Páramo de la reserva Cotacachi Cayapas, nacimiento del agua.
Imagen: P. Meneses, 2023.

Considerando que, dentro del área de estudio, la transformación principal del territorio ha sido consecuencia de la agricultura, este trabajo enfatiza el análisis de la relación entre: agricultura, suelo y el ciclo hídrico, partiendo de lo expuesto por la ONU en el informe WWAP, donde se describe a los suelos como: “*complejos sistemas vivos*”, que dependen principalmente de la condición de su cobertura para mantener su salud ecológica. La cubierta vegetal, junto a la estructura del suelo, se encargan de separar el agua de lluvia en escorrentía e infiltración superficial, en la zona de raíces el agua infiltrada se separa entre evaporación, transpiración y percolación profunda. Tomando en cuenta, además, según un artículo publicado por García, Laurín, Llosá, González, Sanz y Porcuna (2008) en la revista Agroecología, que la agricultura basada en el irrespeto a sus ecosistemas es la fuente principal de emisiones de metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), parte de los gases de efecto invernadero.

A partir de la evidente necesidad de cambio en la manera de transformar el territorio, este trabajo plantea identificar y comprender como se relacionan el cambio de cobertura del suelo (por prácticas agrícolas) y el sistema hídrico. Mediante la recopilación y análisis de información de fuentes primarias y secundarias, se describe la situación actual del área de estudio explicando cual es la condición: de sus suelos, de su ciclo hídrico y de su soberanía alimentaria. Con el propósito de evidenciar las consecuencias de una transformación territorial antrópica, disociada al sistema hídrico y su afectación en la soberanía alimentaria.

Con el análisis de la información se concluye que las prácticas agrícolas que se aplican en la comuna impermeabilizan el suelo, disminuyen su capacidad de absorción e incrementan la escorrentía superficial. Según Salvador Rueda (2012), la impermeabilización y sellado del suelo genera islas de calor, sequedad excesiva, riesgo de inundación, desertificación, etc. Además, el uso de agroquímicos que demanda este tipo de agricultura afecta a los microorganismos del suelo, contamina el agua y perjudica a la salud humana. Por otro lado, la sustitución de la cobertura natural del suelo (principalmente en las quebradas), fragmenta los ecosistemas y afecta a las poblaciones de especies vegetales y animales. El deterioro de la vegetación nativa de las quebradas y la falta de protección del páramo disminuye el flujo hídrico y desequilibra su ciclo.

Finalmente, y en respuesta a las afectaciones detectadas, se plantean posibles estrategias de regeneración/recuperación del suelo y del sistema hídrico, tomando ejemplos de proyectos aplicados en el territorio andino de agricultura regenerativa, de recuperación de prácticas agrícolas ancestrales como son las Chakras Andinas, donde se propone una agricultura basada en la agrobiodiversidad, desarrollada ancestralmente con una visión de manejo sostenible de los ecosistemas locales. Con más de 200 variedades y un promedio de 25 tipos de cultivos por Chakra. Esta forma de agricultura cuida la vida del suelo y se conecta armónicamente con su entorno, permitiendo la conservación de especies de vida silvestre (FAO, 2023).

Se proponen también métodos de siembra y cosecha de agua, que permitan complementar al sistema hídrico afectado, tomando como ejemplo a las prácticas preincaicas de captación y repartición de agua llamadas Amunas. Y sistemas de condensación de agua de la neblina con prototipos de atrapanieblas desarrollados en Chile.

PROBLEMÁTICA Y ESTADO DEL ARTE (MARCO TEORICO)

Parecería inconcebible transformar un territorio ocasionando daños estructurales dentro de su ciclo hídrico, tomando en cuenta, que el agua es esencial para la vida y un elemento transversal necesario dentro de todas las dinámicas sociales (Isaza, 2013). Considerando además que solo el 1% del agua del planeta está disponible para desarrollar todas las actividades necesarias para la vida, ya que el 97% es agua salada y el 2% es agua dulce congelada (Pouleurs, 2021).

Aunque la conservación del agua es un tema concientizado y regulado mediante diferentes leyes locales, nacionales, regionales y mundiales. Es evidente que, en la práctica la mayoría de los asentamientos humanos, tanto urbanos como rurales, no respetan ni garantizan su conservación. En Ecuador el artículo 411 de la Constitución de la República del Ecuador señala que: *“El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos..... Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua...”* (Constitución de la República del Ecuador, 2008, p.66).

El Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos (WWAP) 2018: Soluciones basadas en la naturaleza (SBN) para la gestión del agua, resalta la necesidad de cambiar los enfoques convencionales relacionados con el manejo del agua para lograr una seguridad sostenible, plantea la necesidad de trabajar con la naturaleza, no contra ella. Evidencia el potencial de las SBN en la gestión de los recursos hídricos para contribuir al logro de la mayoría de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): ODS 6 (sobre el agua), ODS 2 (respaldo a la agricultura sostenible), ODS 3 (vidas saludables), ODS 9 (infraestructura resiliente), ODS 11 (asentamientos humanos), ODS 13 (cambio climático), ODS 15 (ecosistemas y biodiversidad).



Fuente: imágenes <https://www.cepal.org/>

Además de las SBN planteadas por la ONU, existen propuestas y estudios que se enfocan en la necesidad urgente de replantear la manera en la que hemos venido transformando nuestro entorno y deteriorando los sistemas hídricos, por ejemplo, Ian L. McHarg en los años 60, plantea una planificación urbana y territorial ecológica, fundamentada en la comprensión de los procesos que configuran el paisaje, mediante el análisis de los sistemas biofísicos y socioculturales. Resalta al sistema hídrico como uno de los principales, y dentro de sus componentes identifica al agua superficial, a los acuíferos, a las zonas de recarga de los acuíferos, a los humedales y a las llanuras de inundación.

Salvador Rueda (2012) plantea la necesidad de crear *“La nueva cultura del agua”* basada en el respeto a este recurso escaso. Como objetivo propone *“enmarcar los espacios urbanos en la matriz biofísica del territorio en el que se asientan”* y dentro de las líneas de actuación habla de una planificación territorial con un mínimo de autosuficiencia hídrica, centrada en la captación, el ahorro y la eficiencia.

Cristina Visconti (2017) habla sobre “Water Sensitive Urban Design” (WSUD) como un conjunto de metodologías que buscan gestionar de manera integral al sistema hídrico urbano, con el objetivo de reequilibrar su ciclo alterado por el aumento de las superficies selladas, la reducción de la vegetación y suelos naturales, la conducción de aguas lluvia, etc. Desde una perspectiva sistémica el WSUD prioriza la reintroducción del ciclo natural del agua dentro del entorno antropizado, rescatando su ciclo de evaporación, infiltración y precipitación, mediante un diseño ambiental, con el objetivo de reintegrar a su servicio ecosistémico dentro del espacio urbano, e incrementar su capacidad de resiliencia frente al cambio climático.

En el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2019-2023 (PDOT) del Gobierno Autónomo Descentralizado de Urcuquí, se plantea la preocupación por la falta de protección de las fuentes primarias del agua y por la afectación del suelo debido a la implementación de técnicas inapropiadas de manejo de cultivos, principalmente por la falta de rotación, diversificación, terrazas y parcelas biodiversas. Además del uso de agroquímicos por parte de los agricultores que contaminan tanto el suelo como el agua.

Hay varios ejemplos a nivel mundial con propuestas de prácticas agrícolas, que buscan una integración a sus ecosistemas, respetando la vida del suelo y el ciclo hídrico. En este trabajo se resalta como ejemplo representativo de agricultura sostenible, a las Chakras Andinas de las comunidades Kichwas de Cotacachi. Su sistema agrícola ancestral, desde este año, ha sido catalogado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), dentro de los Sistemas Importantes del Patrimonio Agrícola Mundial (SIPAM).

OBJETIVO

A partir de estos antecedentes, el objetivo de este trabajo consiste en evidenciar como la transformación de la cobertura del suelo por prácticas agrícolas, afecta al territorio de la comuna de Azaya y a su soberanía alimentaria.

Finalmente, y en respuesta a las afectaciones detectadas, se llegará a plantear posibles estrategias de Regeneración/recuperación del suelo que pueden ser la base de futuros proyectos.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿De qué manera, las prácticas agrícolas actuales afectan la cobertura del suelo, su capacidad hídrica y, por lo tanto, la soberanía alimentaria de la comuna de Azaya de Urcuquí?

METODOLOGIA:

La investigación de este estudio se realizó en base a una recopilación de información de fuentes primarias y secundarias. Considerando que no se han realizado estudios específicos en esta comuna. Se inició con recorridos de observación en el área de estudio, visitas a proyectos relacionados con agricultura ancestral en las Chakras andinas de Cotacachi, agricultura regenerativa en la finca La Amistad (productora de abonos con microorganismos) y la feria de semillas andinas organizada anualmente por el comité de mujeres UNORCAC en Cotacachi 2023.

Se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas, a José Luis Alcuacer (habitante de la comuna de Azaya de Urcuquí desde su conformación) y Cristina Echeverría (Doctora en investigación en ciencias de la producción vegetal y docente investigadora de la Universidad Técnica del Norte), con el propósito de recopilar información de primera mano sobre la historia y problemática del área de estudio, y sobre el ecosistema del suelo relacionado a su cobertura vegetal.

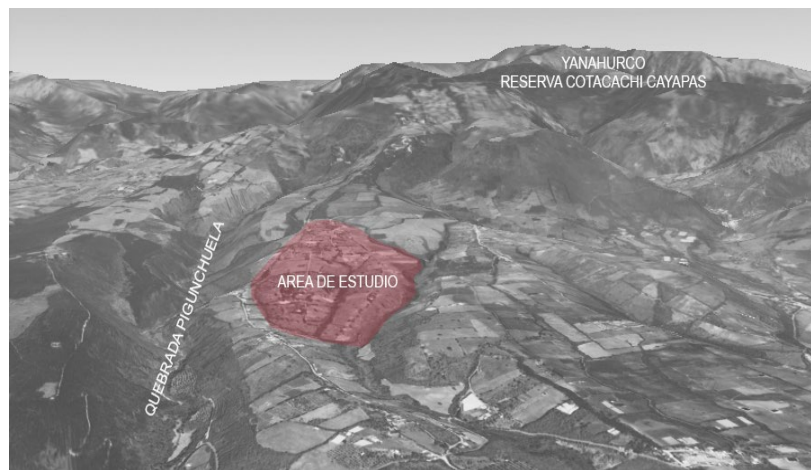
La selección de información de fuentes secundarias se centró en estudios y proyectos realizados principalmente dentro del territorio andino, los cuales se han analizado desde un enfoque que prioriza a la comprensión del sistema hídrico.

Como apoyo para el análisis de la información se realizaron y recopilaron, mapas, imágenes y fotografías, que permitieron comprender mejor la problemática del área de estudio y seleccionar las estrategias propuestas. En algunos mapas e imágenes se trabajó con la sobreposición de información con el objetivo de lograr una visualización integral de la relación entre suelo, agua, cobertura vegetal, etc. para determinar los principales problemas y las áreas más sensibles de intervención.

La definición de estrategias de intervención se centró en ideas de Renaturalización mediante la selección de proyectos implementados en territorios con ecosistemas y problemas similares.

RESULTADOS (DIAGNOSTICO AREA DE ESTUDIO)

HISTORIA Y POBLACION



Ubicación del área de estudio.

Imagen: P. Meneses, 2023.

Según José Luis Alcuacer, el área de estudio pertenecía a tres haciendas: Hacienda Pigunchuela en la parte baja, Hacienda Azaya en la parte central y Hacienda Añaburo en la parte alta. Actualmente solo existe la hacienda Añaburo con un territorio que va desde el límite superior de la comuna hasta el páramo de Piñan.



Territorio de antiguas haciendas. Imagen: P. Meneses, 2023.

La comuna se formó a mediados del siglo XX por un grupo de trabajadores de las haciendas de Azaya y Pigunchuela, quienes recibieron por donación o compra, gran parte de los terrenos de estas haciendas, Alcuacer menciona que las primeras familias fueron: Pascual Gómez, Julián Gómez, Tomás Gómez, José Manuel Alcuacer (papá de José Luis Alcuacer), Ramón Quilca y Gabriel Tuquerez. Todos se asentaron donde hoy es el centro de la comuna.

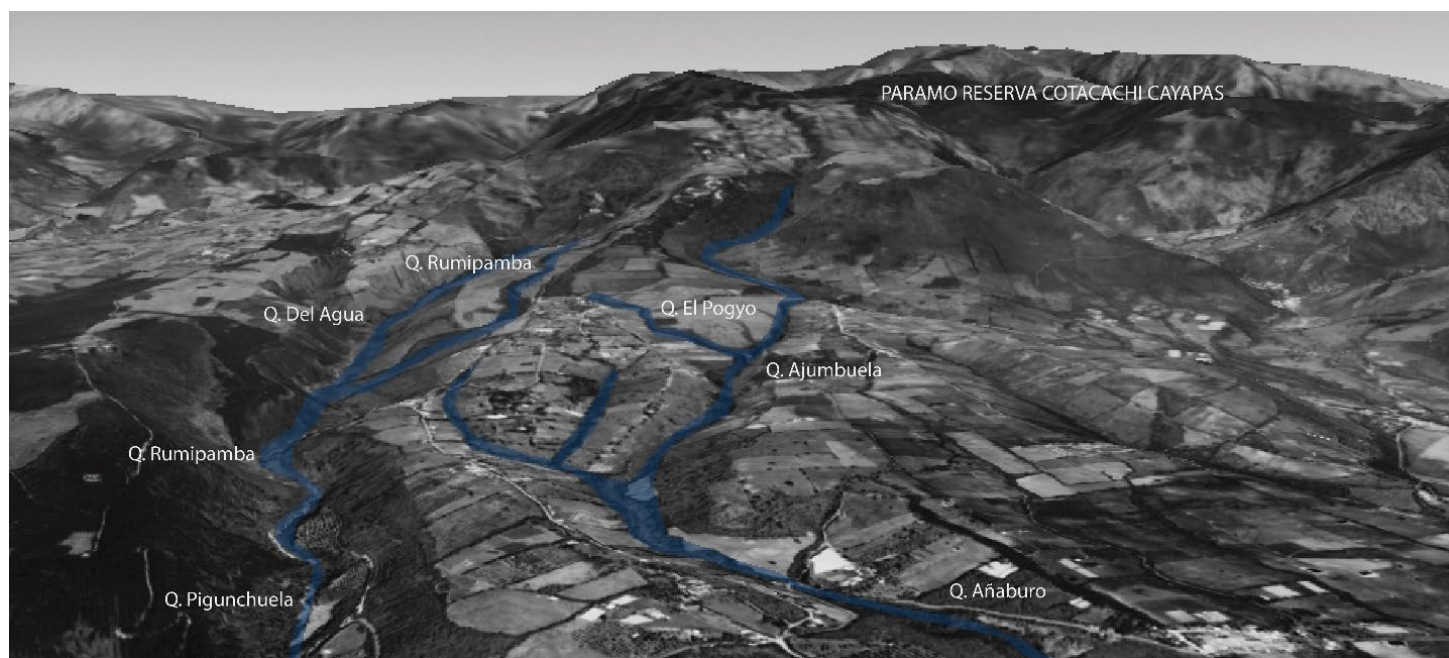
Desde sus inicios hasta la actualidad el eje principal que regula a la organización comunal es el sistema de captación y distribución del agua, este servicio básico, fue la causa de la conformación legal de la comuna. En sus inicios para poder acceder a una concesión de agua estable los habitantes debieron organizarse legalmente. La primera concesión de agua fue otorgada el 12 de Julio de 1974, por el Ex INERHI, con derecho a 4lt/sg. proveniente de la vertiente denominada Chimborazo ubicada en los páramos de la reserva Cotachachi Cayapas. Su uso ha sido destinado al consumo humano, riego de cultivos y abrevadero de animales. Actualmente el recorrido del agua está entubado desde su origen hasta los diferentes terrenos de cultivos y reservorio de tratamiento de agua potable.

Durante décadas los pobladores de la comuna se han dedicado principalmente a las prácticas agrícolas propuestas por la revolución verde, que, como se aclaró anteriormente, Guilcamaigua (2019), las describe como prácticas que ponen en riesgo a la integridad de los ecosistemas. Esta manera de manejar a la agricultura ha sido aprendida en las antiguas haciendas y hoy en día se sigue aplicando. Actualmente, los pobladores manifiestan que la agricultura ha bajado su producción y no abastece sus necesidades económicas.

Según un censo realizado en el 2022 por la directiva de la comuna, la población está conformada por 73 familias y 192 habitantes, la mayoría de la población es adulta (83 personas), seguida por niños-adolescentes (55 personas), jóvenes (33 personas) y adultos mayores (1 personas).

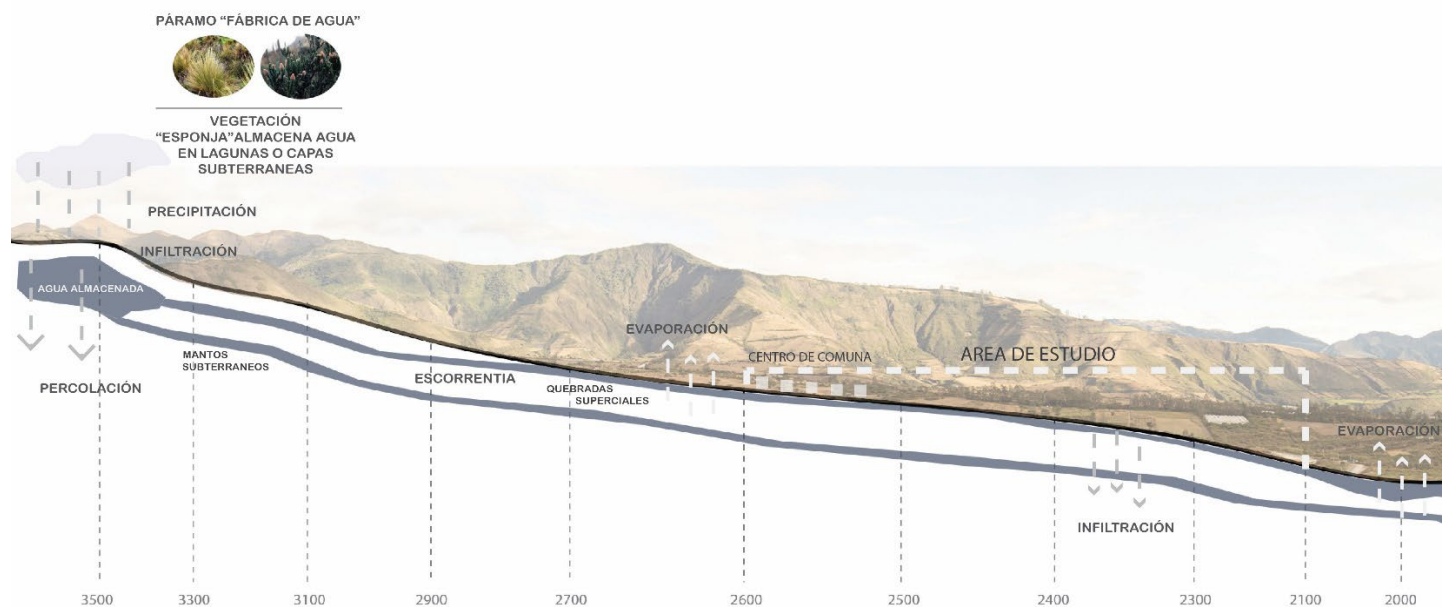
SISTEMA HIDRICO

El territorio de la comuna de Azaya está dentro de la cuenca y subcuenca del río Mira, en la microcuenca de la quebrada de Pigunchuela, enmarcado entre dos quebradas principales: quebrada Del Agua-Rumipamba al norte y quebrada Ajumbuela-Añaburo al sur. El GAD de Urcuquí, describe estas quebradas como corrientes naturales de agua más o menos continuas, por la quebrada Rumipamba corre agua perenne y por la quebrada Ajumbuela agua intermitente. Las dos quebradas nacen entre los 3100 y los 2900 metros sobre el nivel del mar, en el Páramo del Yanahurco bajo la reserva Cotacachi Cayapas. Dentro del territorio hay cinco quebradas más que nacen en la parte alta de la comuna, con agua intermitente, también de corriente de agua más o menos continua: Quebrada El Pogyo y Quebradas sin nombre.

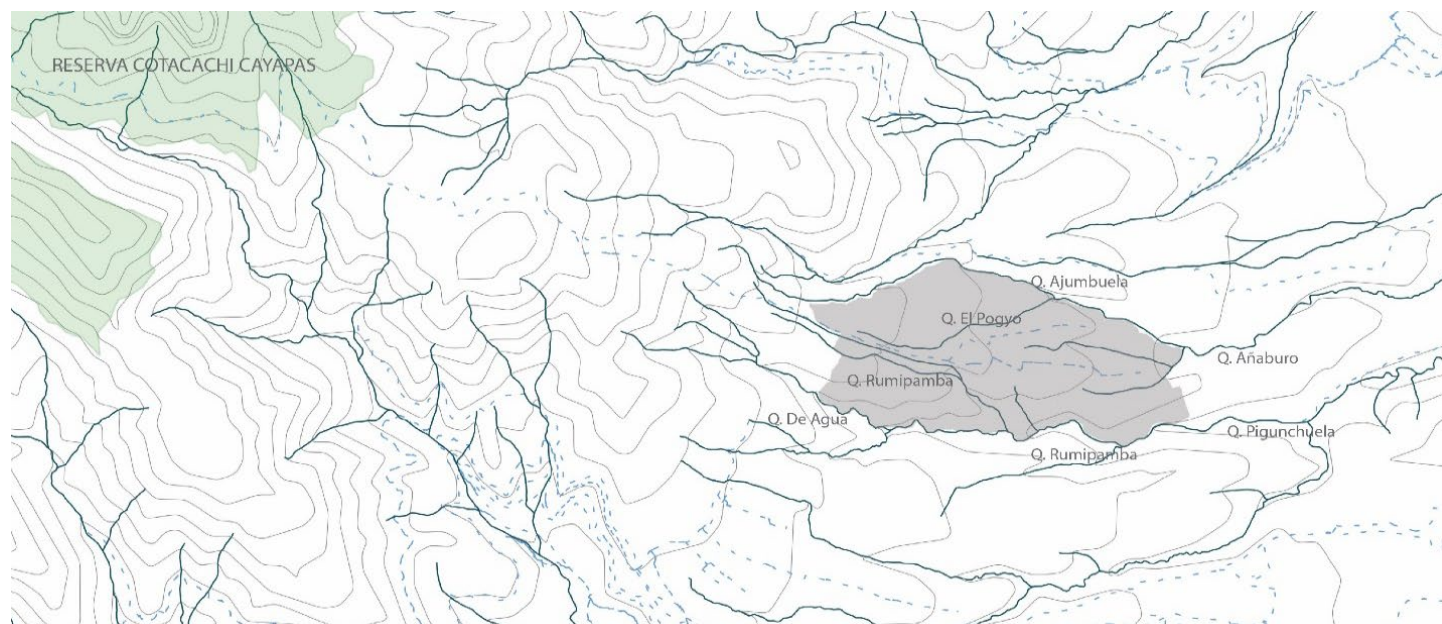


Quebradas del área de estudio.

Imagen: P. Meneses, 2023.



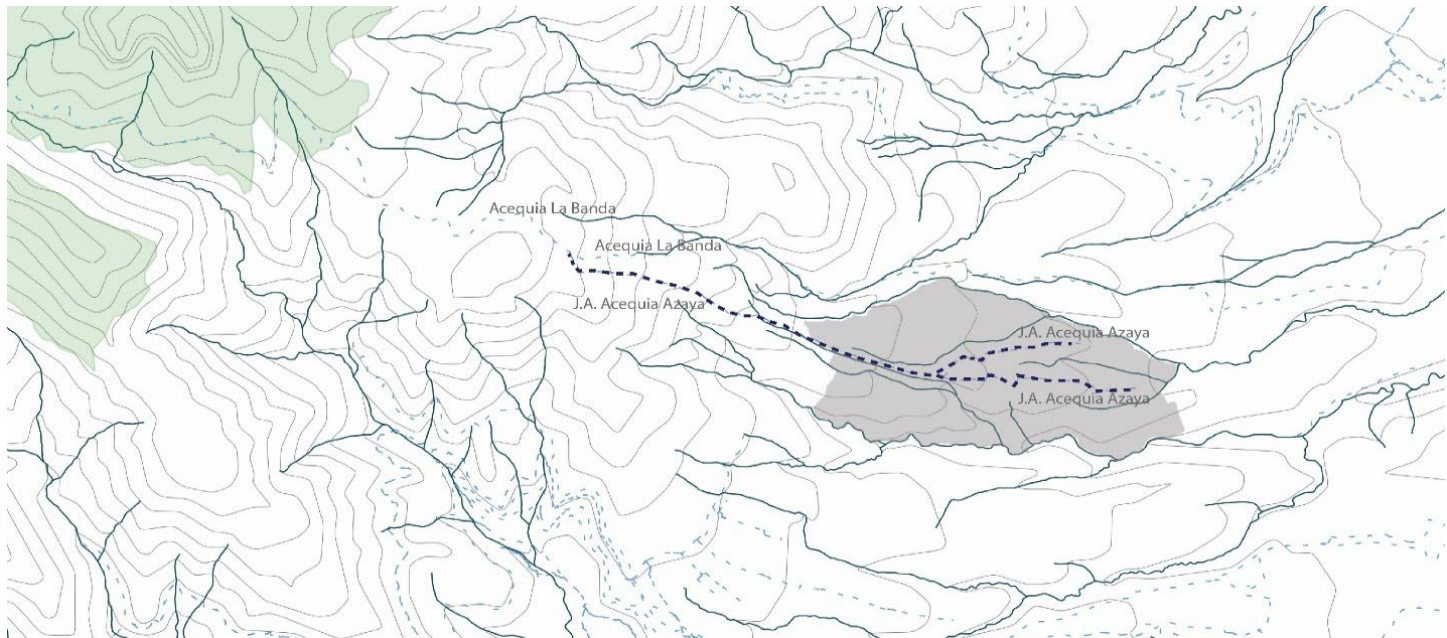
Corte longitudinal de área de estudio: Sistema hídrico
Imagen: P. Meneses, 2023.



Ubicación del área de estudio y sistema hídrico.

Mapa: P. Meneses, 2023.

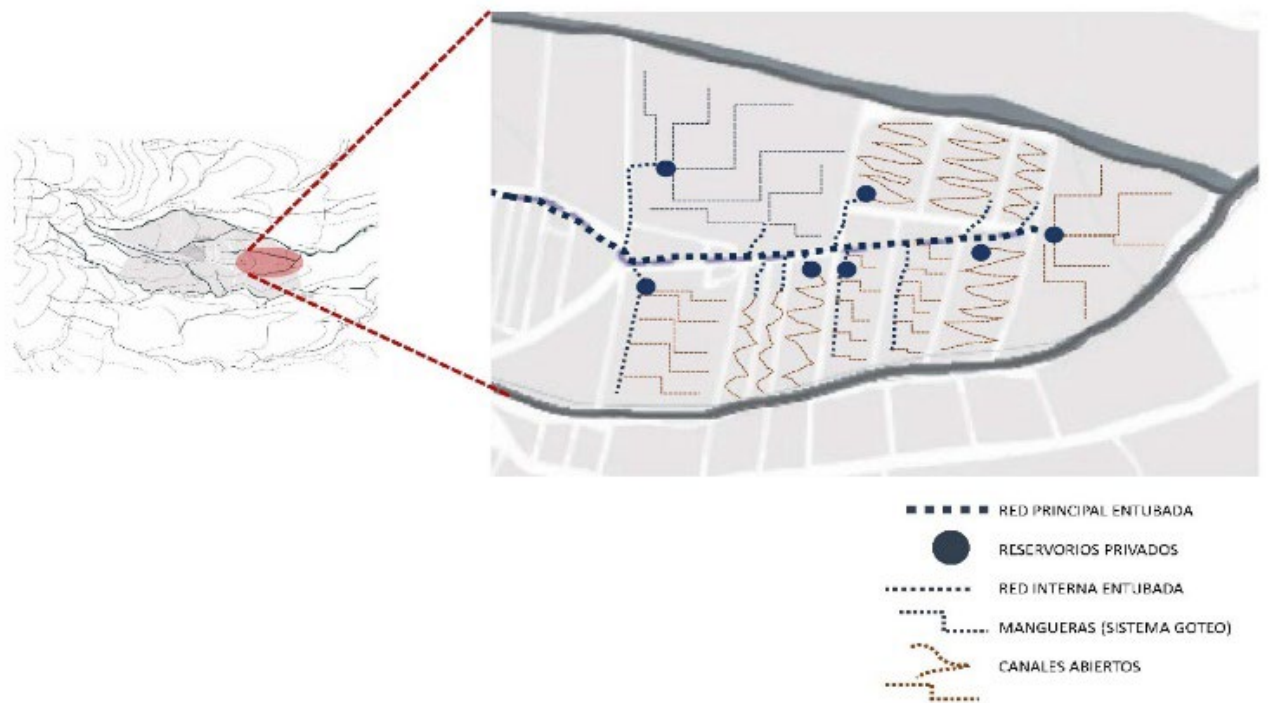
El agua potable y el agua de riego que abastece a la comuna nace en la vertiente Chimborazo y llega entubada desde la fuente hasta el reservorio de agua potable, o reservorios individuales de cada terreno.



Recorrido de acequias principales en el área de estudio.

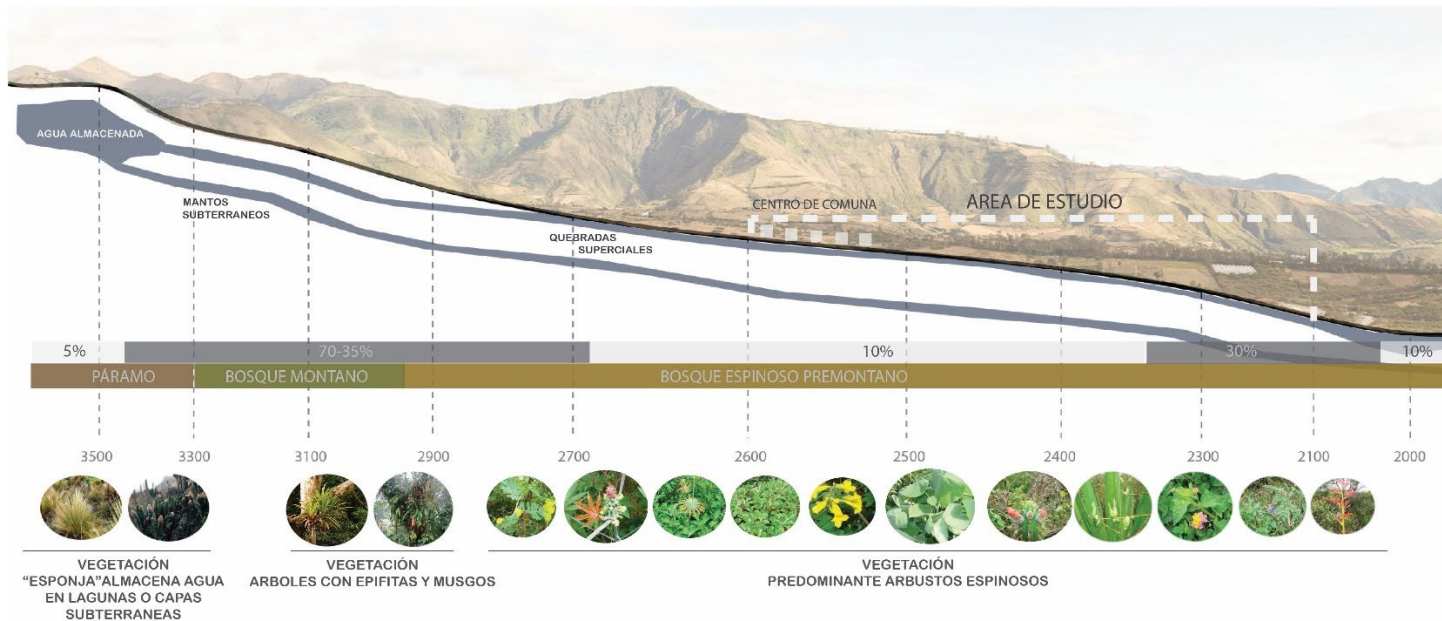
Mapa: P. Meneses, 2023.

Dentro de cada terreno el agua de riego se utiliza de diferentes maneras: se almacena en reservorios y se distribuye por riego con canales a cielo abierto o riego con un sistema de mangueras. Se ha realizado un levantamiento de las formas representativas de riego en la parte baja de la comuna, en el sector denominado La Rabija.



Sistema de riego en la parte baja del área de estudio.

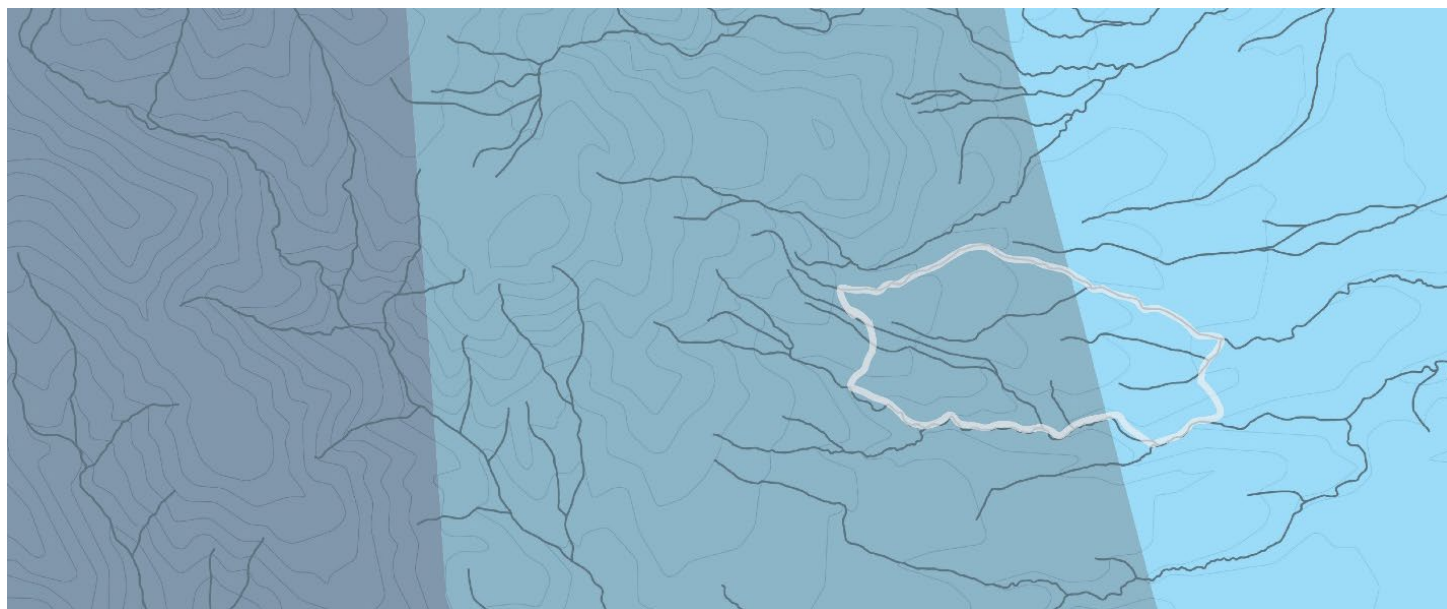
Mapa: P. Meneses, 2023.



Corte longitudinal del área de estudio: Sistema hídrico, pendientes, ecosistemas.
Imagen: P. Meneses, 2023.

ISOYETA

En los mapas de las zonas de precipitación de la Prefectura de Imbabura, es posible reconocer que dentro del área de estudio hay dos rangos de intensidad de precipitación, en la parte alta de la comuna, la precipitación anual oscila entre los 1000mm a 750mm, en la parte baja de la comuna (sector de la Rabija) la precipitación anual tiene un rango que varía entre 750mm y 500mm. Considerando que la precipitación media anual en la región más seca del Ecuador es de 540mm (Matorral seco de la costa) y la media anual de la zona más húmeda es de 3380mm (Bosque húmedo tropical Amazónico), se puede decir que el área de estudio está en una zona con poca precipitación promedio anual. Siendo los meses de julio, agosto y septiembre, los más secos del año. Con dos periodos de lluvia entre febrero-mayo y octubre-noviembre.

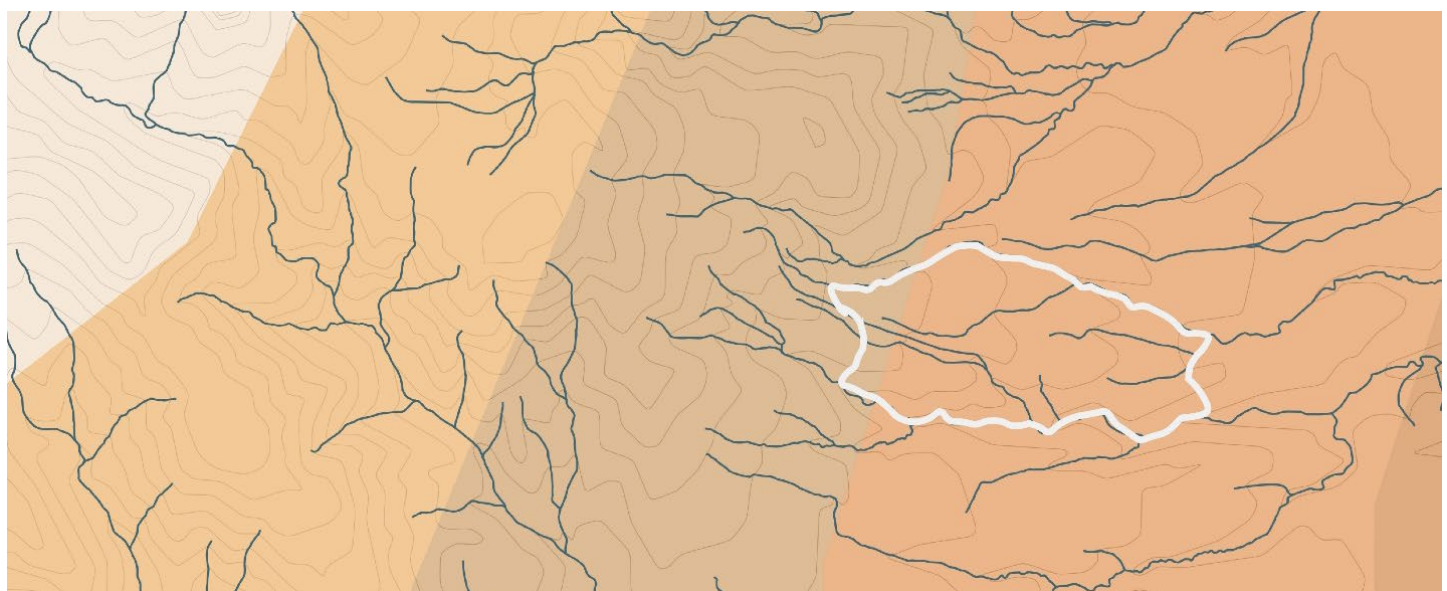


Mapa de precipitación en el área de estudio.

Mapa: P. Meneses, 2023.

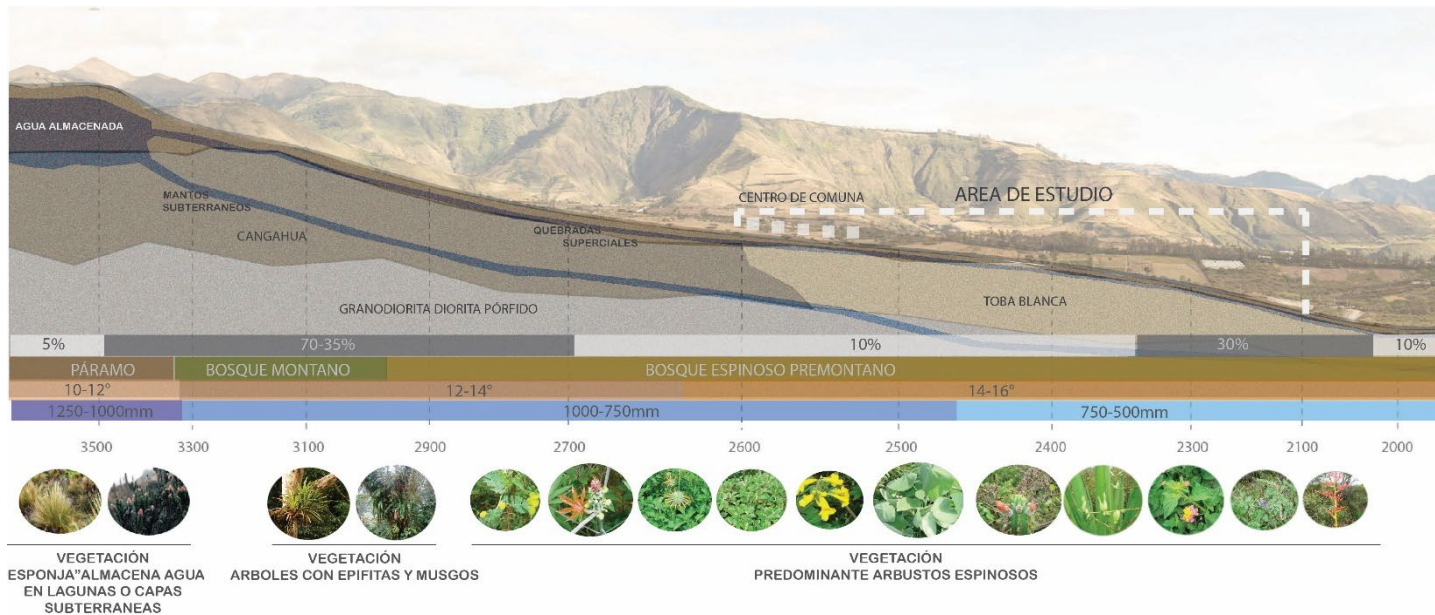
ISOTERMA

En los mapas de las zonas de temperatura de la Prefectura de Imbabura, es posible apreciar que dentro del área de estudio hay dos zonas, en la parte más alta de la comuna la temperatura promedio anual varía entre los 12°C a 14°C, la mayor parte del territorio de la comuna tienen un rango de temperatura promedio anual que varía entre 14°C y 16°C. Los meses con mayor temperatura y radiación coinciden con los meses de menor precipitación: julio, agosto y septiembre.



Mapa de temperatura en el área de estudio.

Mapa: P. Meneses, 2023.

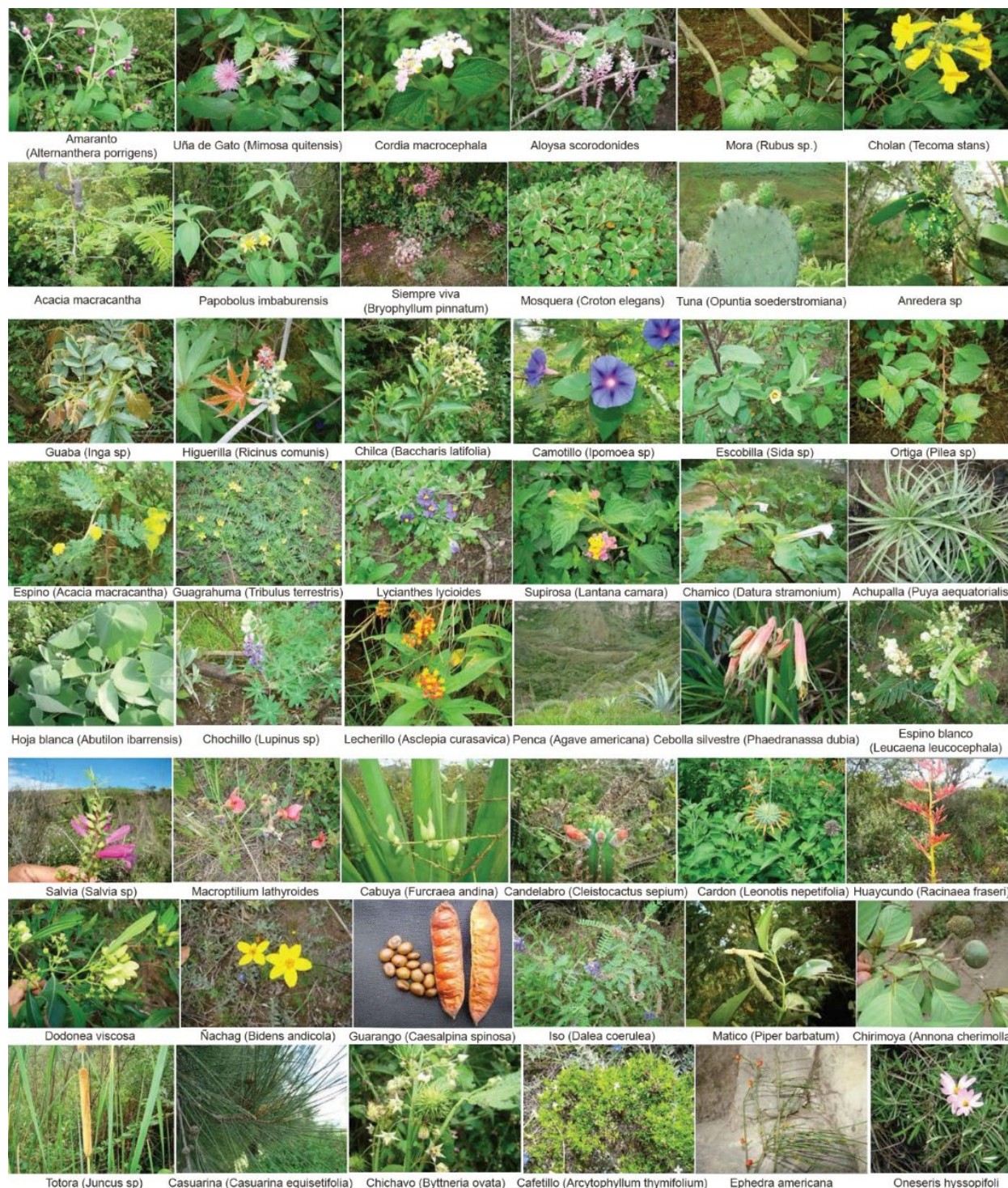


Corte longitudinal del área de estudio: Sistema hídrico, pendientes, ecosistemas, precipitación, temperatura.
 Imagen: P. Meneses, 2023.

FLORA

Ecuambiente diferencia cinco ecosistemas dentro del área de muestreo: Bosque seco de los valles interandinos alterado, Matorral espinoso de bosque seco interandino, Vegetación secundaria de bosque seco, Cultivos y Pastizales. Las principales especies vegetales que encontraron específicamente dentro de la quebrada de Pigunchuela (quebrada que nace en la parte baja de la comunidad de Azaya) son: FABACEAE *Acacia macracantha*, BIGNONIACEAE *Tecoma stans*, FABACEAE *Caesalpinia spinosa*, CACTACEAE *Opuntia soedestroniana*, AGAVACEAE *Furcraea andina*, AGAVACEAE *Agave americana*, EUPHORBIACEAE *Croton elegans*.

En el informe del monitoreo, Ecuambiente concluye que la vegetación original ha sido “*casi totalmente destruida*” reemplazada por agricultura y pastizales. Los reductos de bosque natural están ubicados dentro de quebradas de difícil acceso o montañas aisladas, compuestos principalmente por vegetación espinosa de árboles pequeños o arbustos. Destacan al algarrobo o espino (*Acacia macracantha*) como la especie dominante por su adaptabilidad a climas secos y temperatura fluctuante en suelos arenosos con una capa delgada de humus.



Flora del área de estudio.

Fuente: imágenes recopiladas del MBRAIY, 2013.

MASTOFAUNA

Dentro del área de monitoreo de la quebrada Pigunchuela, Ecuambiente identificó seis especies de mamíferos dentro de tres órdenes y cuatro familias, la especie más común encontrada fue Akodon mollis.

El informe concluye que el índice de diversidad es bajo, consecuencia de la deforestación de la zona, con pocas especies de mamíferos grandes. Resalta la importancia de proteger la vegetación y los cuerpos de agua especialmente en quebradas.



Fauna del área de estudio. Los nombres en color rojo corresponden a especies que están en peligro.

Fuente: imágenes recopiladas del MBRAIY y <https://ecuador.inaturalist.org/>, 2013.

AVIFAUNA

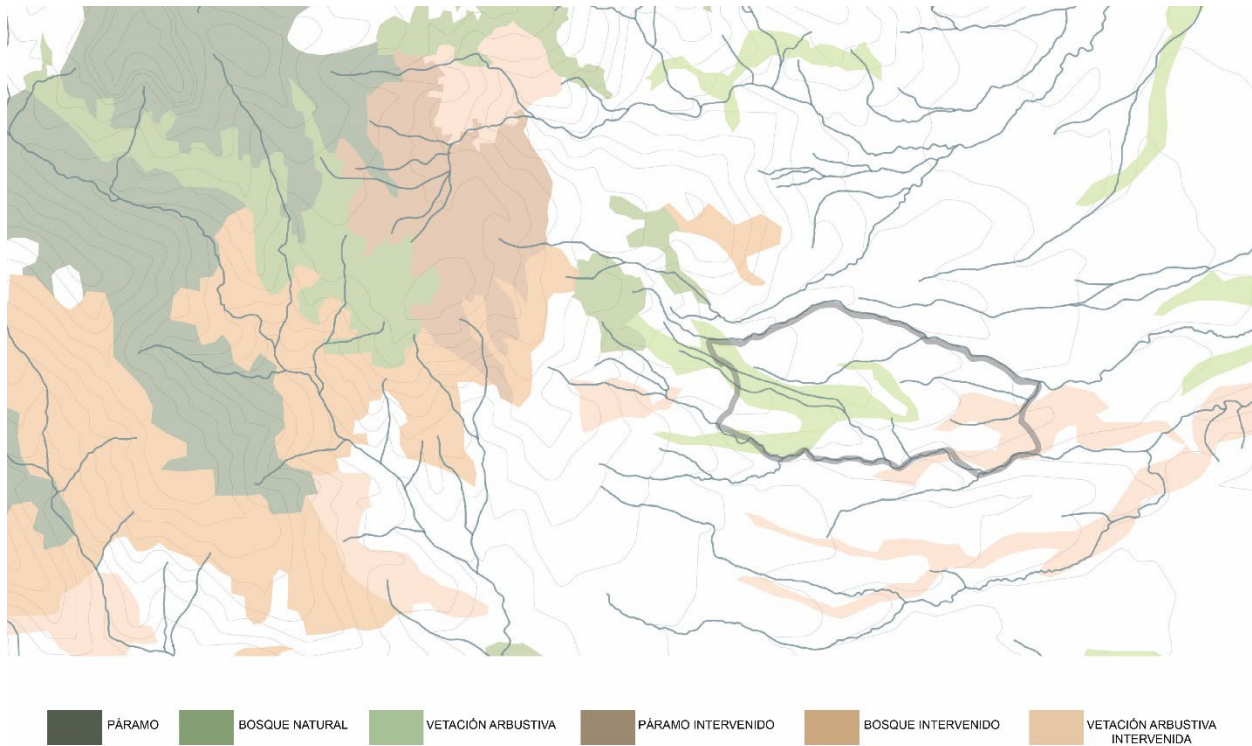
En el informe de MBRAIY, se resalta la importancia del rol que desempeñan las aves dentro de los ecosistemas, relacionado con la dispersión de semillas, la polinización de las plantas y el control de poblaciones de otros animales, por lo tanto, menciona que su afectación produce problemas ecológicos a largo plazo.

Concluye que la mayoría de las especies registradas son especies comunes dentro de este tipo de ecosistema, adaptables a las alteraciones de su medio ambiente. Resalta que los pequeños remanentes de bosque son albergue de un número importante de aves.



Aves del área de estudio. Los nombres en color rojo corresponden a especies que están en peligro.
 Fuente: imágenes recopiladas del MBRAIY, 2013.

Finalmente, el informe recomienda que para reforestar la zona monitoreada se debería usar especies nativas del lugar, adaptables a sus características climatológicas fuertes y definidas, evitando la propagación de especies introducidas y optimizando los recursos que se puedan necesitar por adaptación de especies ajenas a este ecosistema.



Áreas de bosque, vegetación y estado de conservación, en el área de estudio.

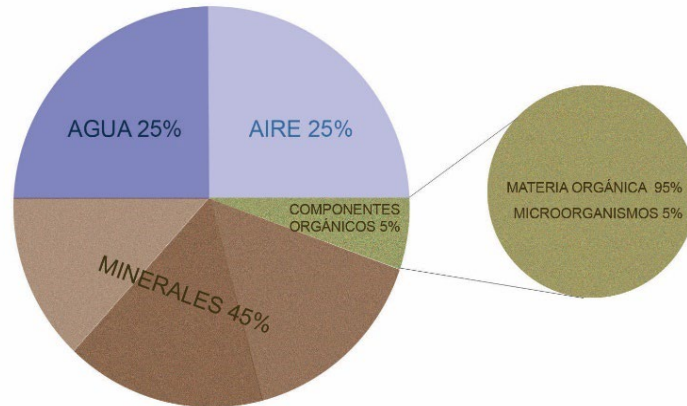
Mapa: P. Meneses, 2023.

Se evidencia que las quebradas en los sectores de difícil acceso conservan reductos de bosque nativo, o variedad de especies vegetales, que junto a la humedad y al agua, son los únicos albergues seguros para el hábitat de las aves, mamíferos, reptiles, insectos, etc. Si estos lugares se conservan y se amplían para conectarse entre sí, tendrían un gran potencial para propagar especies animales y vegetales, además de contribuir a la continuidad de la irrigación hídrica que nace en el páramo.

SUELO Y AGRICULTURA

Cristina Echeverría, Doctora en investigación en ciencias de la producción vegetal y docente investigadora de la Universidad Técnica del Norte, mediante una entrevista semiestructurada, explica la relación entre el suelo y las prácticas agrícolas desarrolladas en el territorio de estudio. Su explicación ayuda a comprender como funciona la dinámica del suelo y su cobertura vegetal:

El suelo está formado por una parte mineral y otra parte orgánica, además de agua y aire. La parte mineral está compuesta por arena, limo y arcilla, cada una con partículas de diferentes tamaños. La unión de estas partículas forma agregados macro o micro, dependiendo del tamaño. Estos agregados se estructuran por materia orgánica (humus, materia vegetal en descomposición) y por su componente biológico, principalmente compuesto por microorganismos.

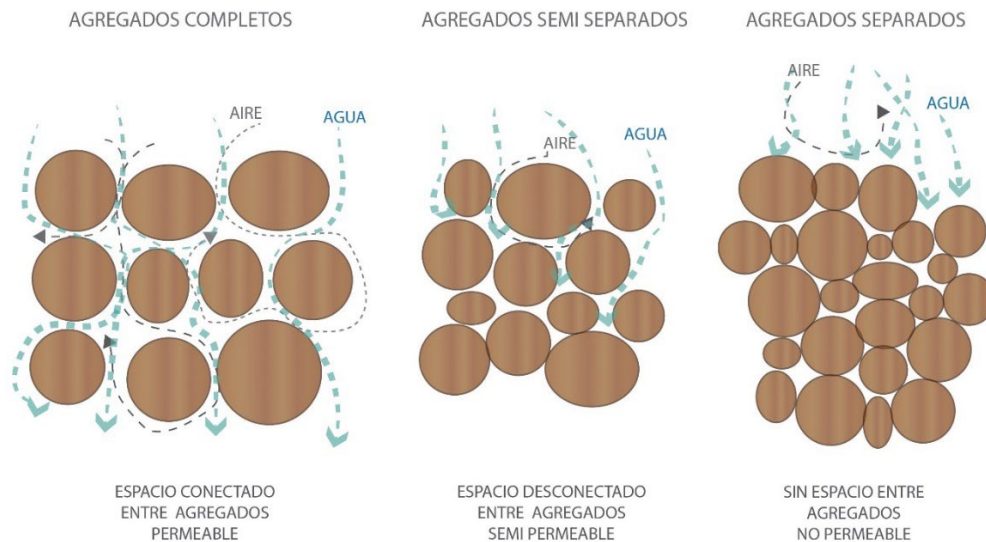


Composición del suelo.

Gráfico: P. Meneses, 2023.

Las prácticas agrícolas basadas en labranza constante del suelo rompen estos agregados. Inicialmente hay una reacción beneficiosa en las plantas porque las raíces tienen más oxígeno, sin embargo, con el tiempo el suelo comienza a perder la capacidad de almacenamiento y retención de agua.

Los suelos con agregados separados van perdiendo sus espacios vacíos de paso de agua y aire, convirtiéndose en suelos compactos e impermeables, sin capacidad de absorción, susceptibles a la erosión por escorrentía, aún más, si sus pendientes son pronunciadas.

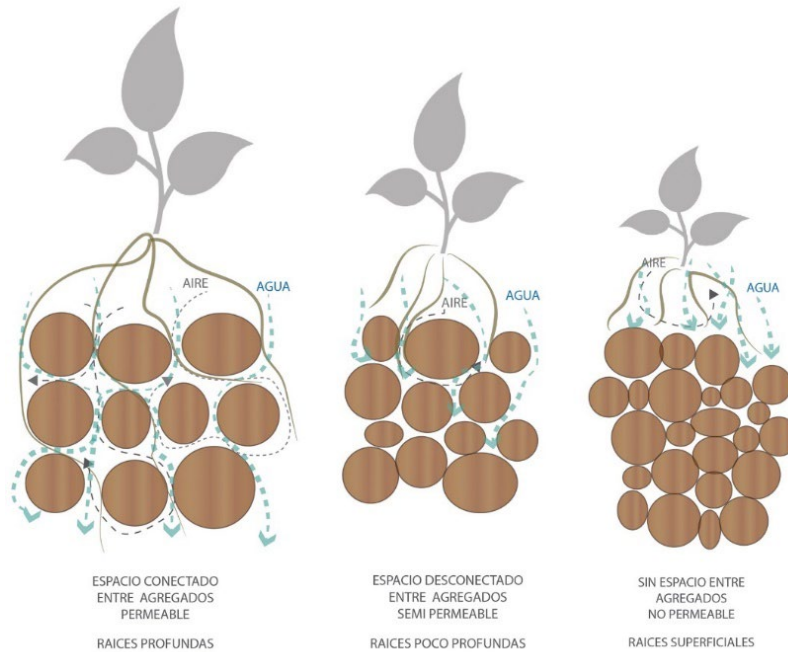


Características de los agregados del suelo.

Gráfico: P. Meneses, 2023.

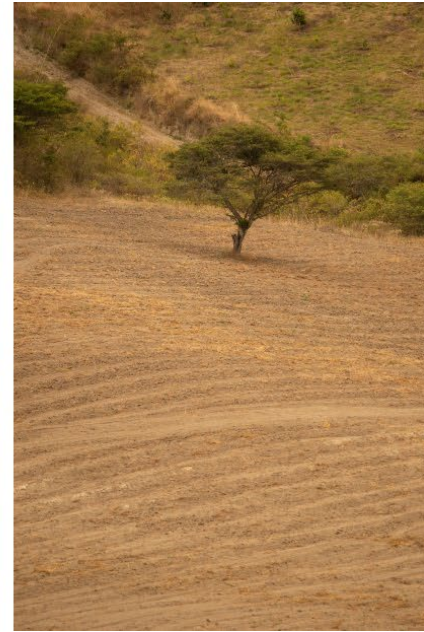
Otra consecuencia de la separación de los agregados es la pérdida de capacidad de penetración de las raíces, cuando la estructura del suelo tiene los agregados completos, las raíces pueden penetrar entre ellos y sus pelos radicales ingresar en sus microporos donde se almacena agua y aire. Al romper los agregados

en pequeñas particular el suelo se compacta, tanto el agua como las raíces quedan en la superficie sin capacidad de generar una buena estructura de soporte para el desarrollo de la planta.



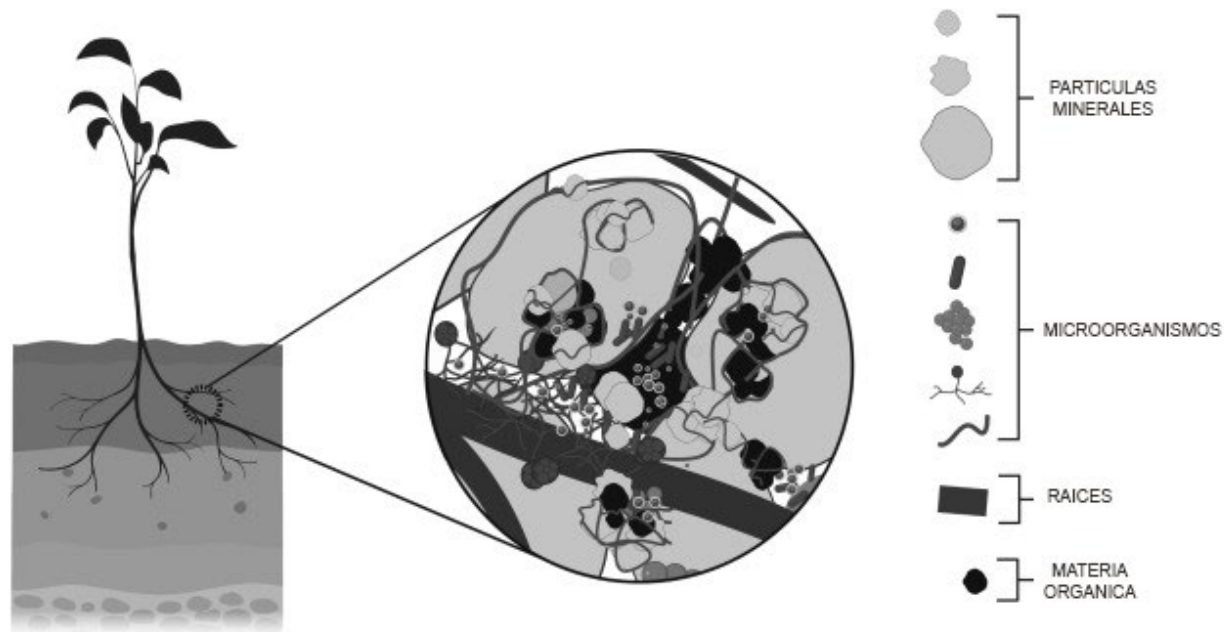
Características de los agregados del suelo y las plantas. Gráfico: P. Meneses, 2023.

Actualmente dentro del área de estudio las prácticas de labranza con tractor son las más comunes, ya que *“requieren menos tiempo y menos esfuerzo físico”* (J. Alcuacer agricultor del área de estudio). Según C. Echeverría la labranza con tractor es más profunda, agresiva y destructiva en comparación a la labranza con bueyes (práctica común en los inicios de la comuna). La labranza con tractor asociada con la siembra de monocultivos extensivos extrae de manera desmedida los nutrientes del suelo sin darle tiempo para volver a producirlos. Este tipo de agricultura, además, saca por completo la capa de vegetación del suelo dejándolo descubierto, sin esta capa orgánica el suelo pierde su fuente natural de nutrición, estructuración y capacidad de retener la humedad.



Terrenos de la parte baja de la comuna de Azaya de Urcuquí.
Fotografía: P. Meneses, 2023, Comuna de Azaya.

Por otro lado, C. Echeverría explica que los microorganismos y las hifas de los hongos juegan un rol muy importante dentro del suelo ya que producen sustancias orgánicas que actúan como pegamento de las moléculas internas de los agregados. Además, ayudan a reciclar los nutrientes que las plantas necesitan para desarrollarse, principalmente nitrógeno, fósforo y potasio. Estos minerales no están biodisponibles: el nitrógeno está en su mayoría en la atmósfera y ningún organismo vivo a excepción de algunos microorganismos puede usarlo directamente, sin embargo, es importante porque está en proteínas, ADN y es estructural para cualquier ser vivo. Los microorganismos transforman el nitrógeno en nitritos y nitratos que pueden ser absorbidos por las plantas. El fósforo y el potasio se encuentran en forma insoluble, unidos a rocas, partículas minerales, etc. las plantas no pueden absorberlos directamente, *“por ejemplo, hay análisis que se hacen al suelo en el que pueden salir valores muy buenos de fósforo, sin embargo, las plantas carecen de este mineral”* (C. Echeverría, 2023). Los microorganismos ayudan a las plantas a absorber el fósforo y el potasio.



Micro ecosistema de las raíces de las plantas.

Imagen: <https://www.alamy.com/>

En el área de estudio, además de usar abonos orgánicos (principalmente majada de animales), también se usa fertilizantes y pesticidas químicos. Según C. Echeverría los fertilizantes químicos están compuestos por sales que se disuelven rápidamente en el agua y son absorbidas rápidamente por la planta, causando un efecto inmediato aparentemente benéfico, sin embargo, con el tiempo acidifican el PH del suelo. El cambio de acides afecta a la solubilidad de los nutrientes y cambia el tipo de microorganismos, es decir, transforma el micro ecosistema, dañando el equilibrio. Consecuentemente los cultivos son cada vez más dependientes de mayor cantidad de abono químico, con el tiempo el costo de inversión en abono para lograr un buen producto se vuelve insostenible obligando a los agricultores a abandonar sus terrenos en búsqueda de suelos más equilibrados.

Dentro del área de estudio se han identificado dos productos de uso frecuente compuestos por clorpirifos, cipermetrina y propineb. Los tres compuestos están catalogados como Altamente Tóxicos Categoría II, dentro de la categorización del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

Según la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR), los clorpirifos se usan en los cultivos para controlar las plagas. Al aplicarlo se queda en el suelo adherido firmemente a sus partículas. Puede entrar al cuerpo humano por la boca, nariz o piel, causa efectos dañinos en la salud, como: mareos, fatiga, secreción nasal, lagrimeo, salivación, náusea, molestia intestinal, sudor y cambios en el ritmo cardíaco, atacan al sistema nervioso, entre otros.

Fumigación Universal (FU), describe que la cipermetrina en el cuerpo humano puede atacar al sistema nervioso causando sensaciones faciales anormales, mareo, dolor de cabeza, náusea, anorexia y fatiga, vómito irritación en la piel y los ojos.

En el año 2018, la Unión Europea suspende el ingreso de alimentos que contengan propineb, sin embargo, los Ministerios de Comercio Exterior e Inversiones y Relaciones Exteriores y Movilidad Humana, resaltan

que: *“Esta medida no es aplicable para el territorio ecuatoriano y por tanto no interviene en los registros de plaguicidas de uso agrícola o en productos en proceso de registro”*. El propineb es un fungicida, que puede causar efectos de alteración a nivel del ciclo celular en los humanos.

En respuesta a la pregunta planteada a Cristina Echeverría sobre las consecuencias del uso de este tipo de pesticidas en los cultivos, ella responde: *“Son terribles, se quedan en los cultivos, se van al suelo y al agua. El problema es que también se mueren los polinizadores, los hongos y microorganismos benéficos, causan un impacto ambiental fuerte. Al eliminar los microorganismos se genera un problema en el reciclaje de nutrientes. Todo el sistema se rompe”*.

El PDOT del GAD de Urcuquí 2019-2023, dentro de su diagnóstico ambiental, menciona que el suelo del cantón está mayoritariamente afectado por la falta de técnicas de manejo adecuado de cultivos, no cuentan con rotación ni diversificación, no se usan zanjas de desviación, se siembra en laderas sin terrazas y las parcelas no son biodiversas.

El territorio que ocupa la comuna de Azaya ha sido históricamente agrícola, inicialmente manejado por las haciendas Pigunchuela y Azaya, productoras principalmente de maíz, frejol, arveja, garbanzo, morocho.

J.L. Alcuacer de 69 años, habitante de la comuna de Azaya desde su nacimiento, explica cuál ha sido la historia agrícola de la zona desde su niñez:

“Generalmente se sembraban juntos el maíz y el frejol mistoriado, el frejol trepaba en el maíz. ¡Cargaban mucho!, con el tiempo ese frejol lindo se acabó” (J.L. Alcuacer, 2023). Cuenta que hace poco encontró la semilla del frejol mistoriado que sembraba en su niñez, sin embargo, cuando la sembró ya no creció, la planta no pudo desarrollarse.

Recuerda que cuando tenía 15 años, trabajaba en la hacienda Pigunchuela, se encargaba de los terrenos que actualmente colindan con la parte baja de la comuna de Azaya, denominados las Buitras. Sembraba maíz, morocho, frejol, arveja, y principalmente garbancito, preparaba la tierra arando con bueyes, *“no ponían nada, solo preparaban el terrino, hacía los huachos, ponían la semilla y cosechaba”* (J.L. Alcuacer, 2023). Describe que las cosechas eran abundantes *“los trojes se llenaban a tope, ya no había donde poner tanta cosecha, llenaban hasta el garaje”* (J.L. Alcuacer, 2023).

En respuesta a la pregunta sobre la diferencia entre la producción agrícola de hace 50 años y la actual, J.L. Alcuacer destaca que ha bajado significativamente en calidad y cantidad. Describe que en su juventud la tierra era más fértil, los cultivos crecían en abundancia solo con el agua de lluvia, sin abonos ni pesticidas. Actualmente necesita agua de riego constante, abono y pesticidas para que las plantas logren desarrollar, incluso así, comenta, que no logran producir como antes, las plantas son muy *“enfermizas y débiles”*

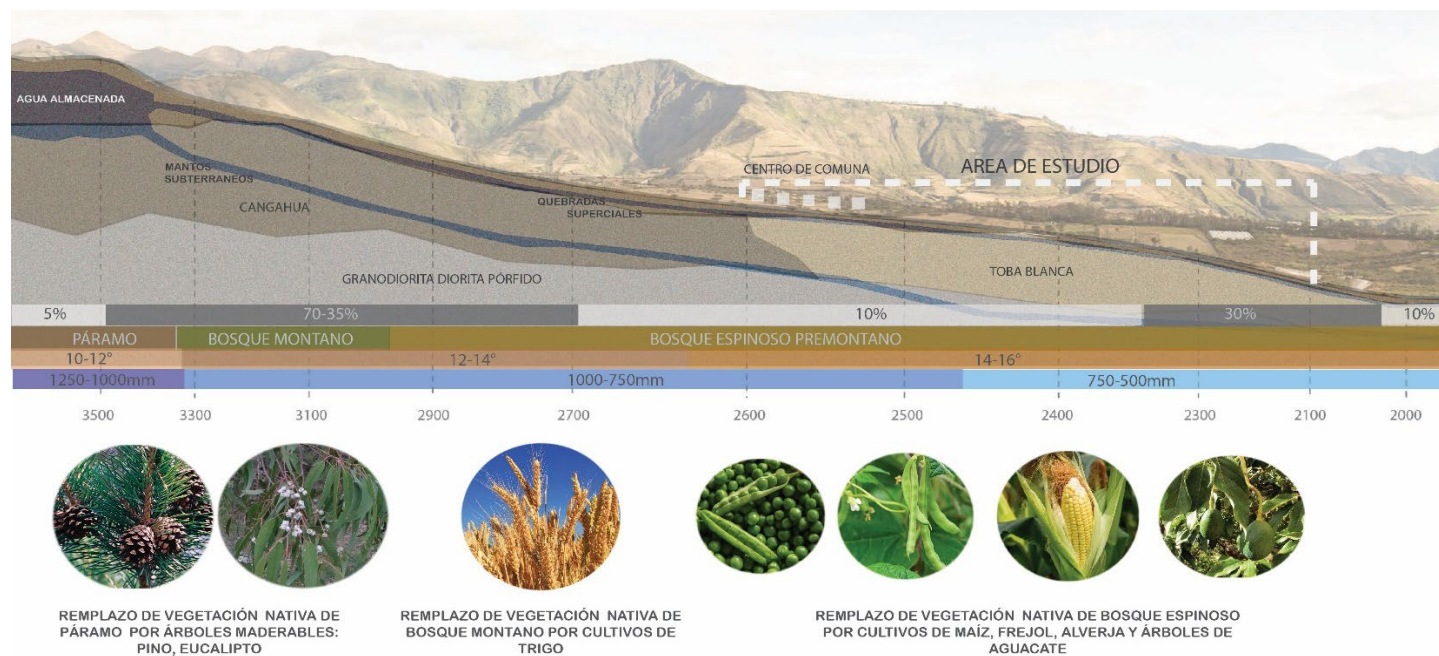
Sobre la transformación del suelo en el transcurso de los años describe: *“no era como es ahora, ahora parece que apareció más arena, la tierra es más suelta. Antes no era así, era una tierra como negra y las tierras buenas sabían tener una barbita como raicita blanca. Ahora los suelos son muy arenosos, ya no sale la plantita sin abono”* (J.L. Alcuacer, 2023). Tratando de adaptarse a la transformación del suelo, explica el método que usa para cultivar actualmente: *“preparo el suelo con el tractor, dos veces, dejo unas dos semanas entre la primera y segunda pasada, para que se descomponga el terreno. Sino fumigo el maíz no*

sale bien, mucho se pudre, sino fumigo el frejol queda arrepollado con la matita chiquitita, se envejece ahí con unas flores ralitas que no sacan vainas. Cuando fumigo si desarrolla, las hojitas se ponen anchitas bonitas” (J.L. Alcuacer, 2023).

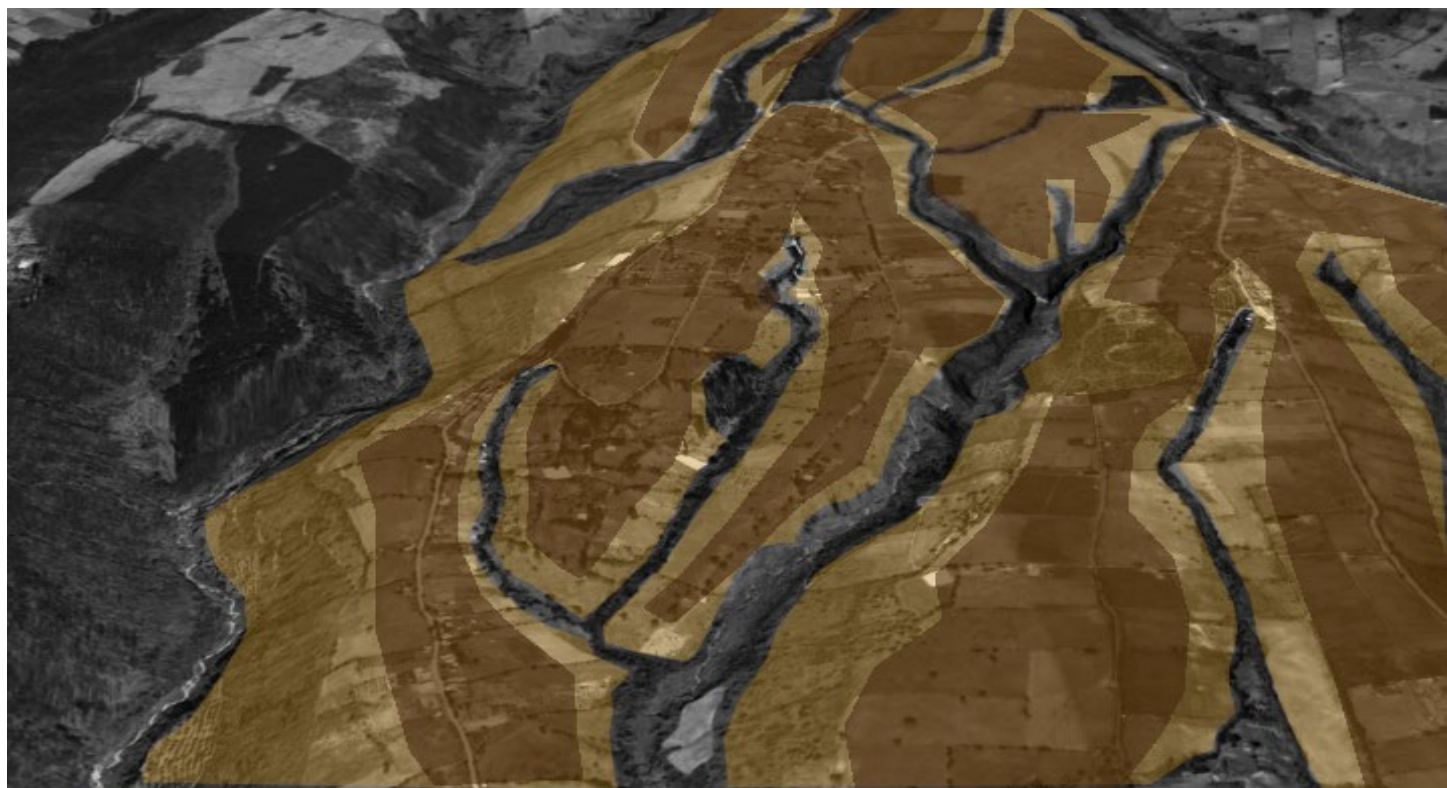
Sobre la alternancia y variedad de cultivos cuenta que principalmente se sembraba frejol, maíz y garbancito, alternando entre el maíz y el garbancito. En septiembre se empezaban a preparar los terrenos para esperar las primeras lluvias. Con la primera lluvia se sembraba el maíz con el frejol, J.L Alcuacer cuenta que *“máximo se retrasaban las lluvias hasta octubre, ahora ya no se sabe cuándo va a llover”* En cuatro meses (enero) cosechaban el maíz. Después de cosechar preparaban el terreno dándole la vuelta dos veces cada ocho días a mano y con ayuda de bueyes. Sembraban garbancito en febrero o marzo. Desde mayo empezaba el verano, no volvían a sembrar hasta septiembre. Junio, julio y agosto, eran meses de sequía fuerte.

Comparando la diferencia entre los periodos de siembra de su niñez y la actualidad, J.L. Alcuacer comenta: *“ahora esperamos, en septiembre nada que llueve....octubre tampoco... cuando vemos que empieza a llover ahí sembramos, pero el suelo hay que tenerle preparadito, ahora con el tractor, es mucho mejor, antes me demoraba dos días con la yunta, ahora solo dos horas con el tractor”.*

En base al testimonio de J.L. Alcuacer se realizó un mapeo de los terrenos que se cultivaban en su niñez: *“No se sembraba hasta la quebrada, quedaba una buena franja que no le topábamos. Ahora es que estamos hasta la ladera”* (J.L. Alcuacer, 2023). Actualmente se puede constatar que los cultivos se van extendiendo hacia los bordes de quebradas, invadiendo sus franjas de protección en búsqueda de tierra más fértil. Se reemplaza la vegetación nativa de matorral espinoso por árboles frutales, maíz, frejol o alverja.



Corte longitudinal del área de estudio: Sistema hídrico, pendientes, ecosistemas, temperatura, precipitación y cultivos. Imagen: P. Meneses, 2023.



■ ÁREA DE CULTIVOS HACE 50 AÑOS

■ ÁREA DE CULTIVOS ACTUALMENTE

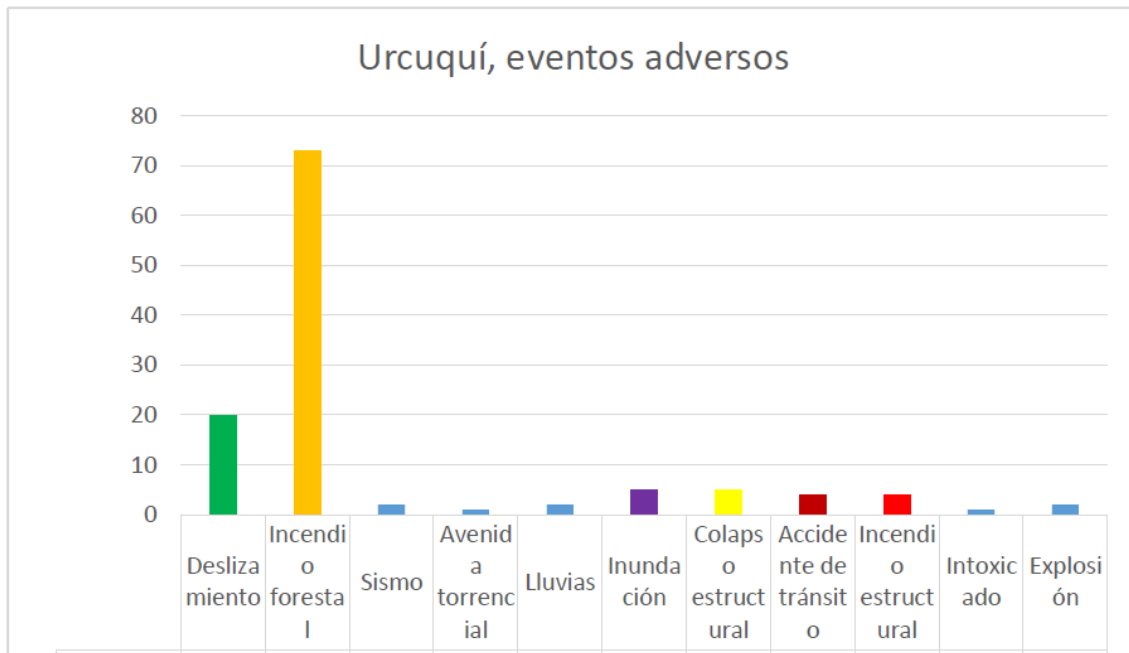
Área de cultivos antigua y actual en el área de estudio.

Imagen: P. Meneses, 2023.

Hilal Helver, relatora del Derecho a la Alimentación de Naciones Unidas en su 34° período de sesiones, de febrero-marzo 2017, destaca: *“El modelo agrícola dominante resulta sumamente problemático, no solo por el daño que causan los plaguicidas, sino también por los efectos de estos en el cambio climático, la pérdida de diversidad biológica y la incapacidad para asegurar una soberanía alimentaria”*

AMENAZAS

En el PDOT del GAD de Urququí 2019-2023 se menciona que las amenazas principales del cantón son los incendios y los movimientos en masa, consideran dentro de las amenazas principales también al cambio climático.



Cuadro de amenazas en el cantón de Urcuquí.

Cuadro: PDOT GAD Urcuquí 2000 - 2015.

Se clasifican las amenazas en naturales y antrópicas; se puede destacar que la amenaza principal está dentro de la categoría antrópica en incendio forestal.

		Evento	Calificación		
			Alta	Media	Baja
Naturales	Biológicas	Plaga		Media	
	Geológicas	Actividad volcánica			Baja
		Deslizamiento		Media	
		Sismo		Media	
Hidrometeorológicas	Déficit hídrico, contaminación del agua		Media		
	Desertificación		Media		
	Inundación		Media		
Antrópicas	Cambio climático	Heladas		Media	
		Sequías		Media	
	Tecnológicas	Incendio estructural		Media	
	Degradación ambiental	Incendio forestal	Alta		
		Degradación ecosistemas		Media	

Cuadro de clasificación de amenazas del cantón de Urcuquí.

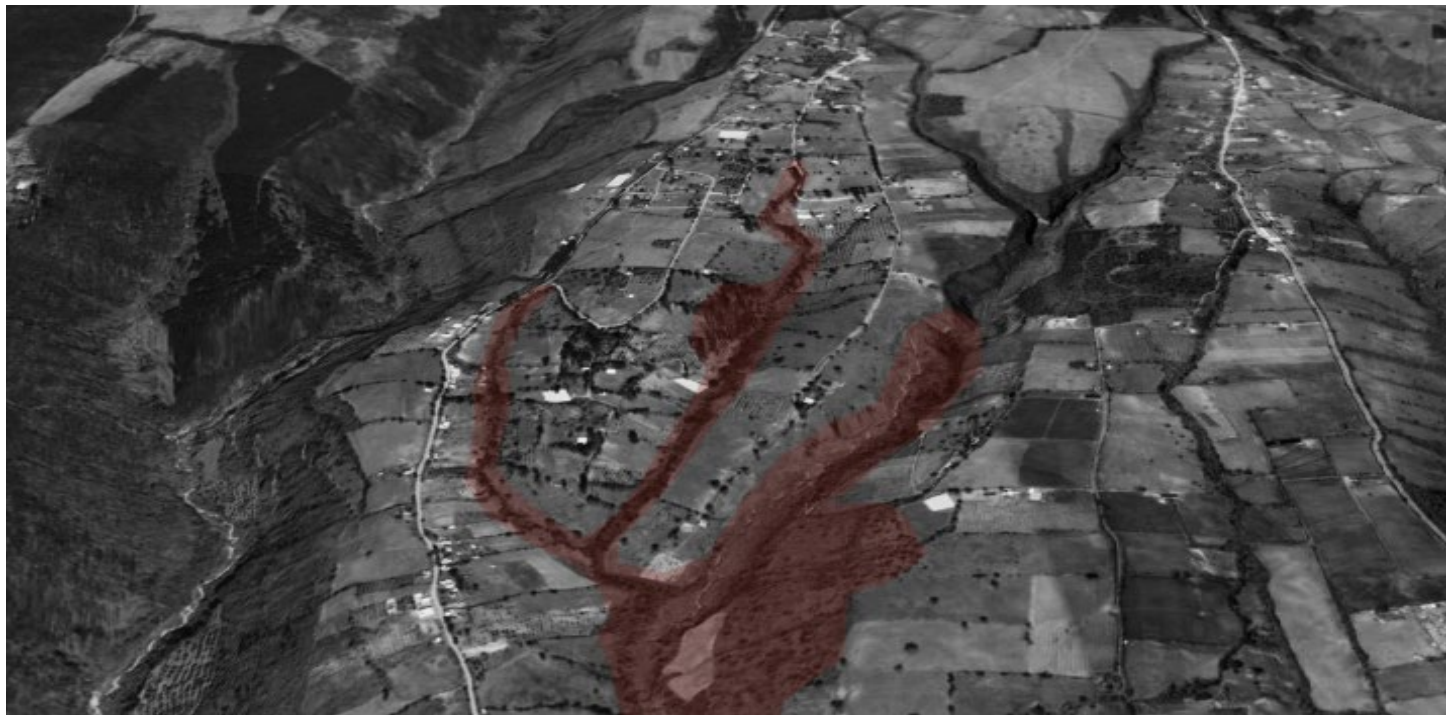
Cuadro: PDOT GAD Urcuquí 2000 - 2015.

En respuesta a la pregunta planteada a C. Echeverría sobre las consecuencias de las quemadas en los cultivos, ella explica que principalmente se pierde biodiversidad. Los primeros microorganismos afectados son los hongos, ya que son más sensibles al calor. Las bacterias a veces pueden resistir a las altas temperaturas. En el suelo quemado solo queda su componente mineral y sus ciclos de recuperación son muy largos.

J.L. Alcuacer cuenta que la última quema del verano 2022 fue en la quebrada ubicada en la parte baja de la Rabija de la comuna: el viento propagó el fuego por la quebrada de Ajumbuela hasta cerca del centro de la comuna, quemando también la tubería de agua de riego. Todos los años queman principalmente en diferentes puntos de las quebradas y *“aunque anuncien en las noticias que no queman, que es malo...-. a la gente le gusta quemar”*. (J.L Alcuacer 2023)

Sobre los motivos para quemar, J.L. Alcuacer manifiesta que la gente cree que las quemadas ayudan al nacimiento de hierba para alimento de los animales y que además les permite cultivar en las pendientes que son difíciles de limpiar a mano. *“Con las quemadas queda el terreno limpiecito”*. (J.L Alcuacer 2023). Comenta que nadie les ha informado sobre las consecuencias de esta práctica usada comúnmente en verano.

En base al testimonio de J.L. Alcuacer se mapeó las zonas que comúnmente se queman dentro del territorio de la comuna, evidenciando que las zonas más vulnerables son las quebradas, debido a que tienen más vegetación combustible que los terrenos de cultivo.

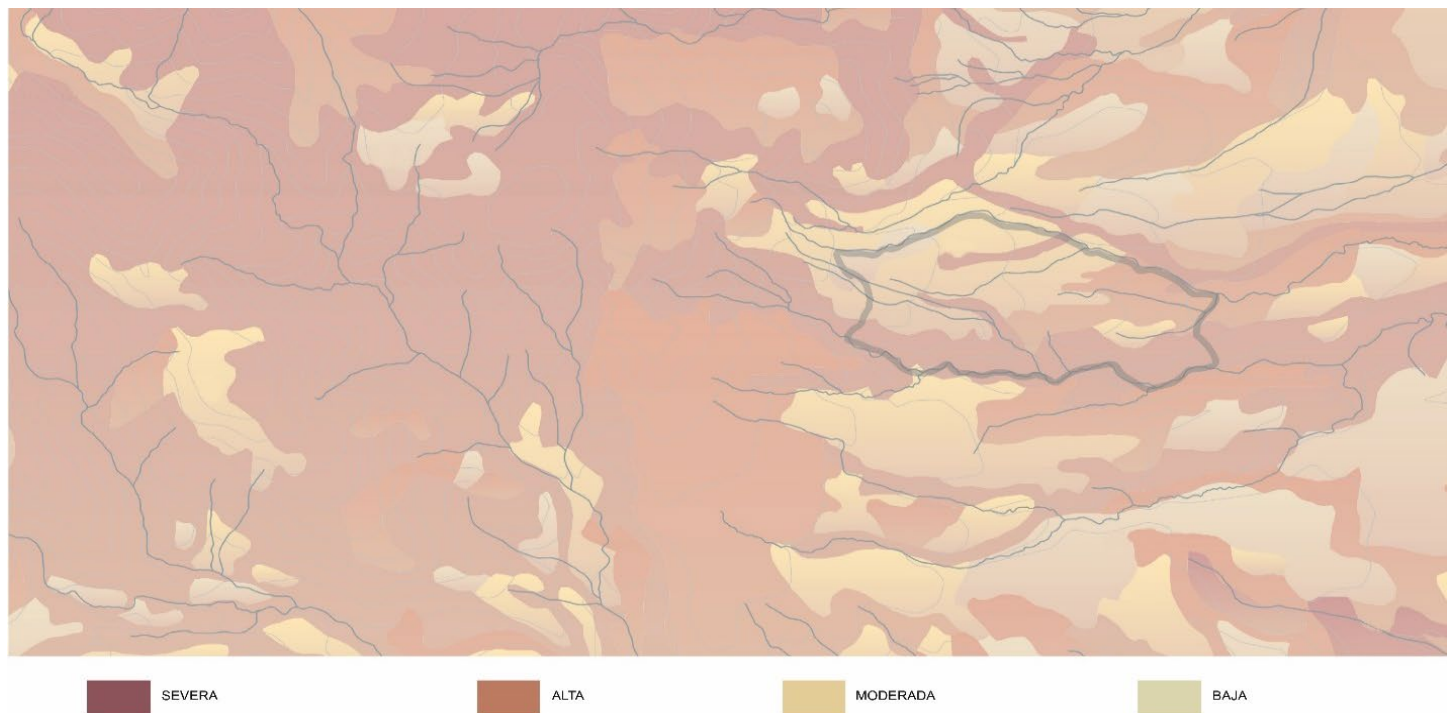


Zonas más propensas a quemadas dentro del área de estudio.
Imagen: P. Meneses, 2023.

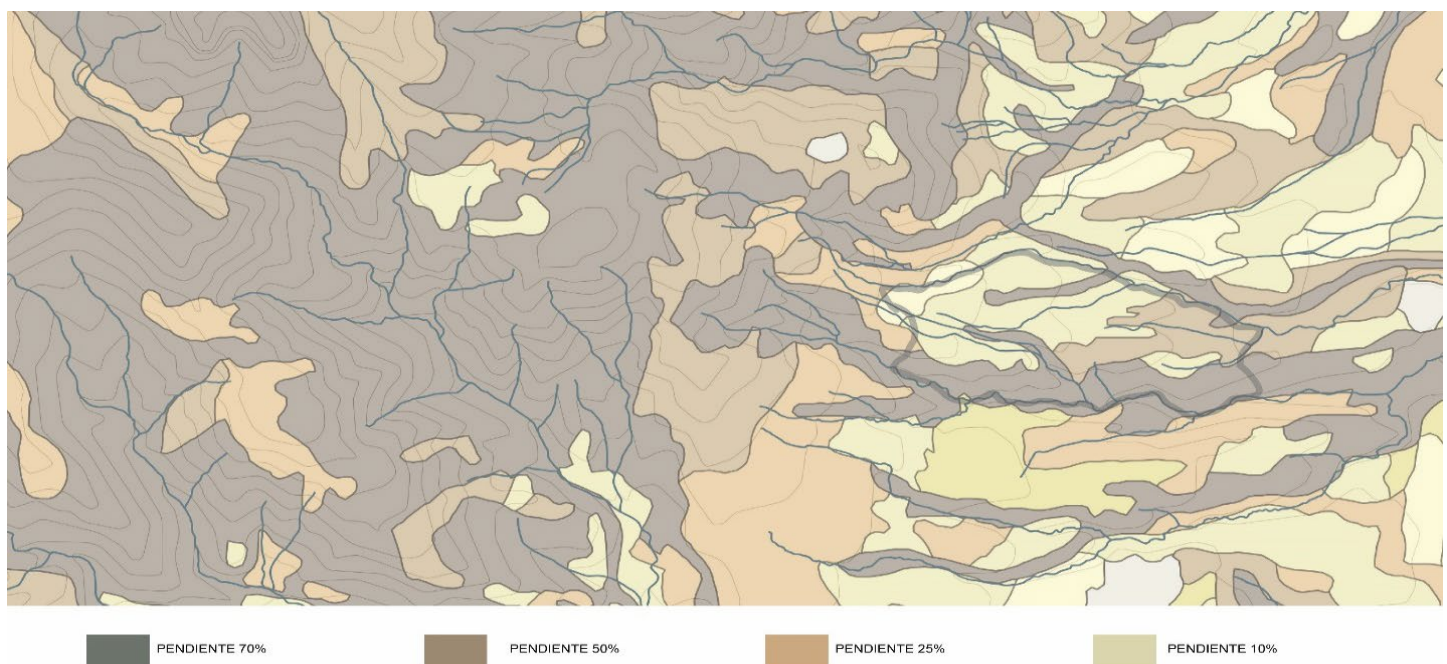


Terreno quemado en la parte baja del área de estudio.
Fotografía: P. Meneses, 2023, Comuna de Azaya.

En los mapas a continuación sobre riesgo por deslizamientos, se puede ver que el más severo coincide con las quebradas principales (Ajumbuela y Rumipamba), que, a su vez, tienen la pendiente más pronunciada con 70% de inclinación.



Mapa de clasificación de riesgo por deslizamientos en el área de estudio.
Mapa: Paola Meneses



Mapa de clasificación de pendientes en el área de estudio.
Mapa: Paola Meneses

La vulnerabilidad de estas zonas se incrementa con las prácticas de labranza actuales que consisten en “limpiar” completamente la capa vegetal del suelo, dejándolo totalmente expuesto a la escorrentía acelerada, erosión y deslizamiento. Según Charman, Holden y Burt (2002) el cultivo intensivo combinado

con las quemas, afectan severamente la estabilidad del suelo, transformándolo en suelo hidrofóbico propenso a escorrentías extremadamente altas.

Por otro lado, las consecuencias del cambio climático con el aumento de la temperatura y la reducción de las precipitaciones perturban el flujo hídrico de las quebradas, transformando las corrientes perennes en intermitentes. Además, los climas más secos pueden afectar las propiedades hídricas del suelo desequilibrando su capacidad reguladora, especialmente en los páramos. Charman, Holden y Burt (2002)

DISCUSIÓN

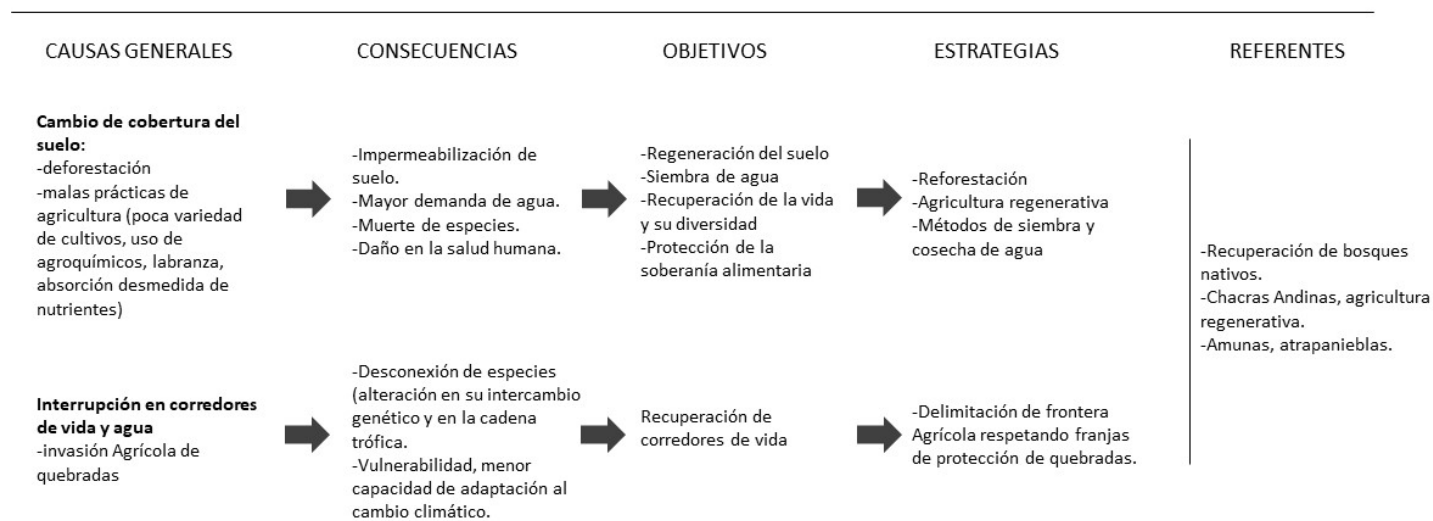
En base al análisis del diagnóstico realizado, se puede concluir que el tipo de prácticas de agricultura implementadas en la zona de estudio, podrían ser las causantes de un proceso de **impermeabilización** del suelo, de la pérdida de su capacidad de absorción y el incremento de la escorrentía, sobre todo en los terrenos de laderas pronunciadas. Según Salvador Rueda (2012), la impermeabilización y sellado del suelo trae consecuencias en los procesos vivos y en la relación con su ecosistema. Tanto la urbanización en zonas urbanas como las malas prácticas agrícolas en zonas rurales sellan el suelo contribuyendo a empeorar las condiciones climáticas locales, creando islas de calor, sequedad excesiva, riesgo de inundación, desertificación, etc.

Los agroquímicos que se usan comúnmente en el área de estudio podrían matar los microorganismos del suelo y contaminar el agua, transformar el micro ecosistema y dañar el equilibrio. Según una investigación de S. Caref (2021) sobre salud humana y agricultura, podrían afectar a la salud humana con enfermedades como cáncer, autismo, parkinson, alzheimer, asma, alergias, entre otras. Y además a la **soberanía alimentaria** por la disminución de los niveles de nutrientes en los alimentos, que pueden variar entre un 10% y un 100%, es decir: *“Hoy en día, una persona tendría que consumir el doble de carne, el triple de fruta y entre cuatro y cinco veces más verduras para obtener la misma cantidad de minerales y oligoelementos disponibles en esos mismos alimentos en 1940”* (S. Caref, 2021, p. 8).

La completa sustitución de la cobertura natural del suelo, por monocultivos, **fragmenta** los ecosistemas, afectando a las poblaciones de especies vegetales y animales, interponiendo barreras que interrumpen su movilidad y capacidad de interacción. *“Una especie puede necesitar zonas de refugio, zonas de alimentación, zonas de descanso y de reproducción, que posean características distintas, y es evidente que la fragmentación puede reducir las posibilidades de encontrar cada uno de estos requisitos dentro del espacio que queda disponible”* (Salvador Rueda, 2012, p. 185)

A pesar de que las quebradas que atraviesan la comuna, en algunos tramos, todavía son el refugio de animales silvestres y conservan manchas de vegetación nativa, son las zonas más vulnerables a incendios, deslizamientos y a la disminución de su flujo hídrico consecuencia del cambio climático y la sustitución de vegetación nativa de páramo por sembríos de árboles maderables.

En base al diagnóstico realizado se concluye que los problemas principales detectados en el área de estudio, desde un enfoque del sistema hídrico, son: la impermeabilización del suelo, la fragmentación de los corredores de vida-de agua y la afectación en la soberanía alimentaria.



ESTRATEGIAS

En respuesta a la problemática causada por las prácticas agrícolas que se han venido aplicando en el área de estudio (desde la aparición de la revolución verde) y a su impacto: en el suelo, en el sistema hídrico y en la soberanía alimentaria Se plantean tres estrategias prioritarias para regenerar este territorio. Las cuales podrán ser ampliadas en futuras propuestas.

RECUPERAR el suelo impermeabilizado e incentivar la soberanía alimentaria - Agricultura Regenerativa

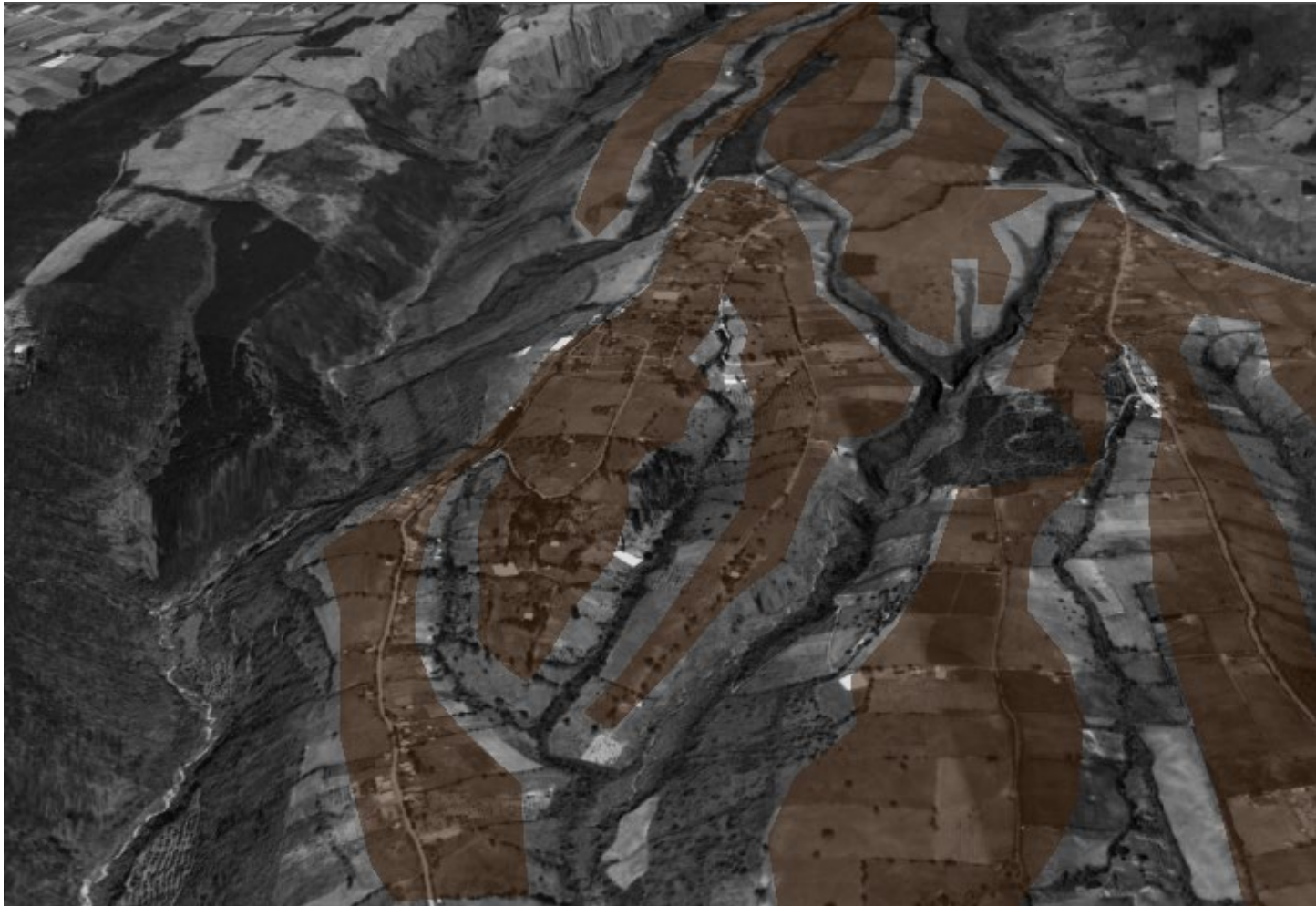
La primera estrategia que se plantea en este estudio consiste en la transformación de las practicas actuales de agricultura basada en la Revolución Verde, por prácticas de Agricultura Regenerativa. Considerando que es la actividad principal ejercida dentro del área de estudio y que además tiene un papel protagónico dentro de la sociedad ya que se relaciona directamente con la nutrición, el suelo, el agua y la economía. S. Caref (2021) menciona que a nivel mundial el 45% del suelo está erosionado principalmente por la pérdida de su materia orgánica, consecuencia de las prácticas de agricultura basadas en labranza y limpieza total de la cobertura del suelo.

S. Caref (2021), describe a la Agricultura Nutricional Regenerativa (ANR) como una nueva práctica agrícola centrada principalmente en dos elementos claves para la vida humana: el medio ambiente y la nutrición. Explica que a diferencia de la agricultura convencional o ecológica enfocadas exclusivamente en la producción y en la planta, la ANR actúa de una manera integral y sistémica dentro de su entorno, impactando positivamente en la salud: del suelo, de la planta, del medio ambiente y de los humanos.

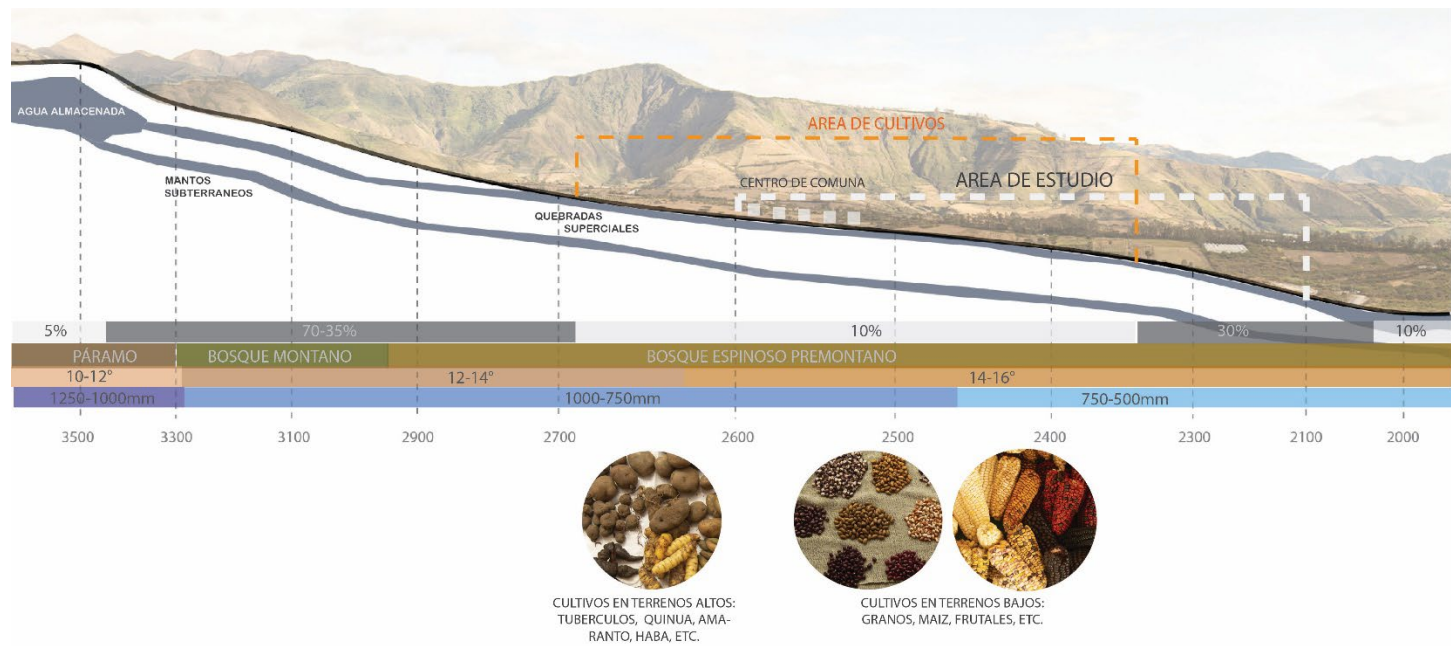
Mediante la inoculación de una mezcla de microorganismos en el suelo, permite a las plantas una completa absorción de nutrientes desde su sistema radicular, al mismo tiempo regenera el suelo y descontamina el sistema hídrico subterráneo, mejorando la flora y fauna de los ecosistemas degradados (S. Caref, 2021).

“Se ha aprendido a través de pruebas y ensayos rigurosos que cuando se hace hincapié en los niveles tróficos de los microorganismos del suelo, se obtiene una mejor agricultura que proporciona un menor coste de producción, una densidad máxima de nutrición de los alimentos y un entorno regenerado, más ventajoso para los elementos del sistema de la cadena alimentaria” (S. Caref, 2021, p.6)

Considerando que este tipo de agricultura permite mayor productividad con mejor calidad de nutrientes. Se plantea reducir el área actual que se ocupa en agricultura, utilizando únicamente los terrenos con pendientes inferiores a un 30%, lo cual además se sustenta en el Plan de Uso y Gestión del Suelo (PUGS) del Cantón de Urcuquí 2019-2023: *“Las comunidades, núcleos y barrios que cuenten con pendientes que superan el 30% y, de acuerdo al COOTAD son áreas sujetas a protección” (PUGS, 2019-2023, p.122).*



Propuesta de áreas para cultivos (área usada hace 50años).
Imagen: P. Meneses, 2023.



Corte longitudinal del área de estudio: Propuesta de áreas para cultivos y tipos de cultivos según su altitud.
Imagen: P. Meneses, 2023.

Se propone complementar a la ANR con el conocimiento ancestral de las prácticas agrícolas andinas, como referente cercano al área de estudio tenemos a las Chakras Andina de Cotacachi, con cultivos megadiversos de especies alimenticias originarias e introducidas, adaptadas a sus ecosistemas, mediante siembras que relacionan a las altitudes de la montaña con las necesidades específicas de cada especie de cultivo, usando la sobreposición de diferentes estratos de vegetación y tomando en cuenta a la cobertura del suelo.

Durante una visita a estas Chakras y a la feria anual de semillas Muyu Raymi, organizada por el comité de mujeres del UNORCAC (propietarias de Chakras Andinas), recientemente catalogadas por la FAO dentro de los SIPAM, se pudo recopilar una muestra de la variedad de productos que cultivan.

Cultivos	Variedades	Grupos	Cultivos
Fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	1) Allpa poroto	Frutas	1) Taxc (<i>Passiflora mollissima</i> L.H. Bailey)
	2) Cargabello		2) Capulí (<i>Prunus serotina</i> Ehrh.)
	3) Canario		3) Chigualcán (<i>Vasconcellea pubescens</i> A.
	4) Popayán		4) Granadilla (<i>Passiflora ligularis</i> Juss.)
	5) Mixturado		5) Mortiño (<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth)
	6) Bolon rojo		6) Mora (<i>Rubus</i> spp.)
	7) Otros (poroto negro sarda, conejo caca, fréjol vaca, lacri, toa, yura poroto, fréjol vaca rojo, sara poroto, fréjol vaca amarillo, fréjol vaca sarda, matambre)		7) Uvilla (<i>Physalis peruviana</i> L.)
Maíz (<i>Zea mays</i> L.)	1) Yura Pintado	Otros	1) Achogcha (<i>Cyclanthera pedate</i> Schrad.)
	2) Yura Blanco		2) Arracacha (<i>Arracacia xanthorrhiza</i> Bancr.)
	3) Amarillo Pintado		3) Ataco negro (<i>Amaranthus hybridus</i> subsp. <i>quitensis</i> (Kunth) Costea y Carretero)
	4) Tzapa Sara		4) Sambo (<i>Cucurbita ficifolia</i>)
	5) Racu Sara		5) Arveja (<i>Pisum sativum</i>)
	6) Huandango		6) Chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>)
	7) Bola Sara		7) Jicama (<i>Smallanthus sonchifolius</i> (Poepp.) H. Rob.)
	8) Yana Sara		8) Lentejal (<i>Lens culinaris</i> Medik.)
	9) Mulato Sara		9) Mashua (<i>Tropaeolum tuberosum</i> Ruíz & Pav.)
	10) Puca Huandango Sara		10) Miso (<i>Mirabilis expansa</i> (Ruíz & Pav.) Standl.)
	11) Racu Puca Sara		11) Calabazas (<i>Cucurbita</i> spp.)
	12) Sangre de Cristo		12) Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>)
	13) Julin Sara		13) Haba – janshi (<i>Vicia faba</i>)
	14) Canguil		14) Camote (<i>Ipomoea batatas</i>)
	15) Morocho Blanco		15) Melloco (<i>Ullucus tuberosus</i> Caldas)
	16) <i>Chulpi</i>		16) Oca (<i>Oxalis tuberosa</i> Molina)
Papa (<i>Solanum tuberosum</i>)	1) Guata papa	Animals	1) Cuyes (<i>Cavia porcellus</i> L.)
	2) Chaucha		2) Gallinas (<i>Gallus domesticus</i>)
	3) Papa morada		3) Vacas (<i>Bos taurus</i> L.)
	4) Capiro		
	5) Chola		

Cuadro de productos que cultivan en las Chakras andinas de Cotacachi.

Fuente: Chakra Andina: un sistema agrícola ancestral de las comunidades kichwas de Cotacachi, 2022, UNORCAC



Variedad de maíz.

Fotografía: C. Brown, 2023, Feria de semillas Muyu Raymi.



Variedad de granos.

Fotografía: C. Brown, 2023, Feria de semillas Muyu Raymi.



Variedad de tubérculos.

Fotografía: C. Brown, 2023, Feria de semillas Muyu Raymi.

POTENCIAR al sistema hídrico- Siembra y Cosecha de Agua

“Tender o sembrar el agua” Se refiere al acto de conducir el agua hacia el terreno que tiene la capacidad de filtración (GSAAC,2006, p.48).

Tomando en cuenta que el agua históricamente ha sido el eje organizador principal de la comuna y que además es indispensable para su actividad productiva por tratarse de un ecosistema de bosque espinoso premontana con precipitación promedio de 750mm, es primordial plantear estrategias de siembra y cosecha de agua que contribuyan a mantener la producción agrícola y mejorar los ecosistemas degradados. Se propone implantar dos sistemas: Para la siembra el sistema de Amunas (lugar de retención de agua) y para la cosecha sistemas de atrapanieblas.

Las Amunas *“constituyen un complejo sistema hidro-geo-cultural de recarga artificial de los acuíferos, que comienza con la temporada de lluvias y perdura en estado activo durante todo el ciclo agrícola”* (GSAAC,2006, p.19). Usado por las culturas andinas preincaicas peruanas. El estudio de Gestión Social del Agua y Ambiente en Cuencas (GSAAC), 2006, denominan al sistema de recarga artificial de acuíferos como la acción humana de retener agua dentro de una cuenca, mediante su inyección en el subsuelo, para descargarla en forma de manantiales, ojos de agua, humedales, etc. en las partes bajas. Su objetivo es manejar el sistema hídrico regulando el caudal de agua en los periodos de lluvia y almacenándola para los periodos de sequía, combinando sistemas de regulación superficial y subterránea.

GSAAC (2006) describe que, el sistema inicia capturando en la parte alta de la cuenca al agua de las precipitaciones de la época lluviosa mediante bocatomas de piedra ubicados en los causes de las quebradas, continua con una red de acequias que descargan de manera gradual e ininterrumpida sobre superficies de infiltración que alimentan a manantiales ubicados en las zonas bajas.

La infiltración del agua y su retención subterránea contribuye también a la proliferación de vegetación en las áreas contiguas a los canales, gracias a la humedad superficial que se genera. Ayudando a la reducción de la erosión en las laderas, creación de microclimas y mantenimiento de la biodiversidad (GSAAC, 2006).

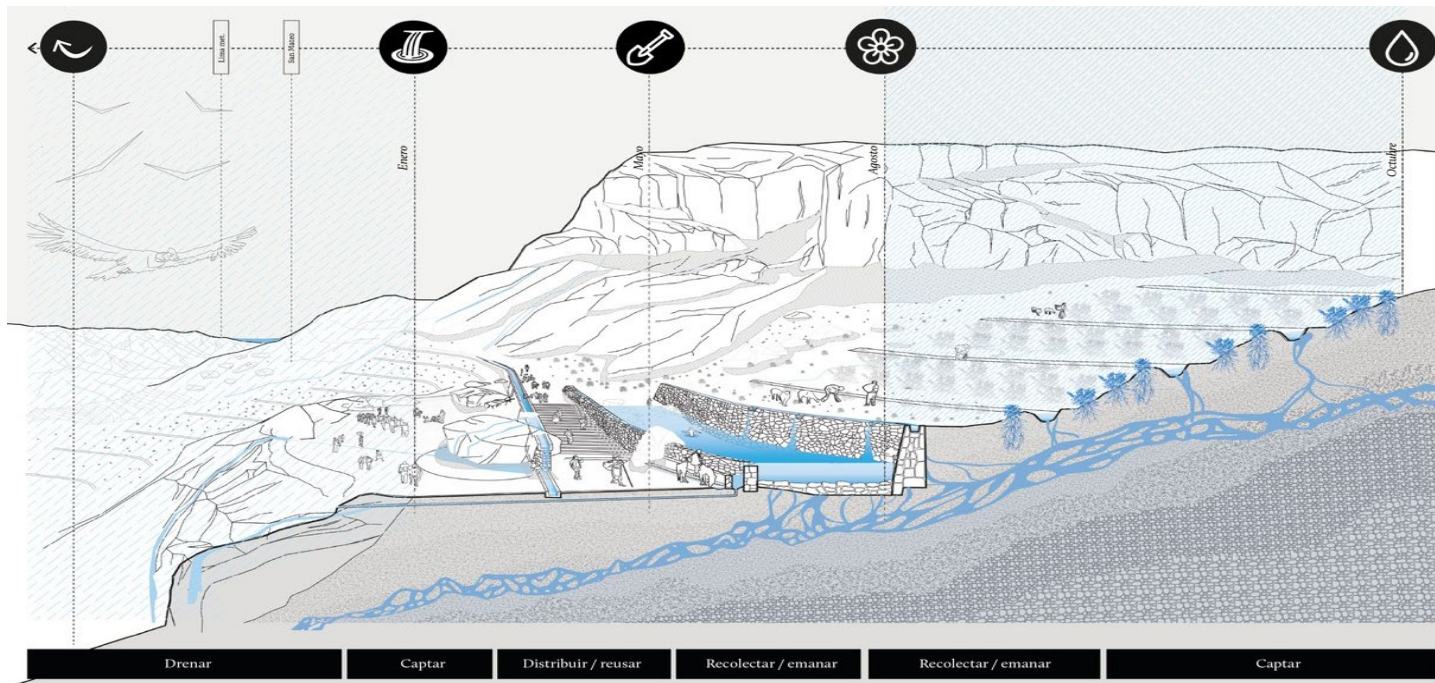
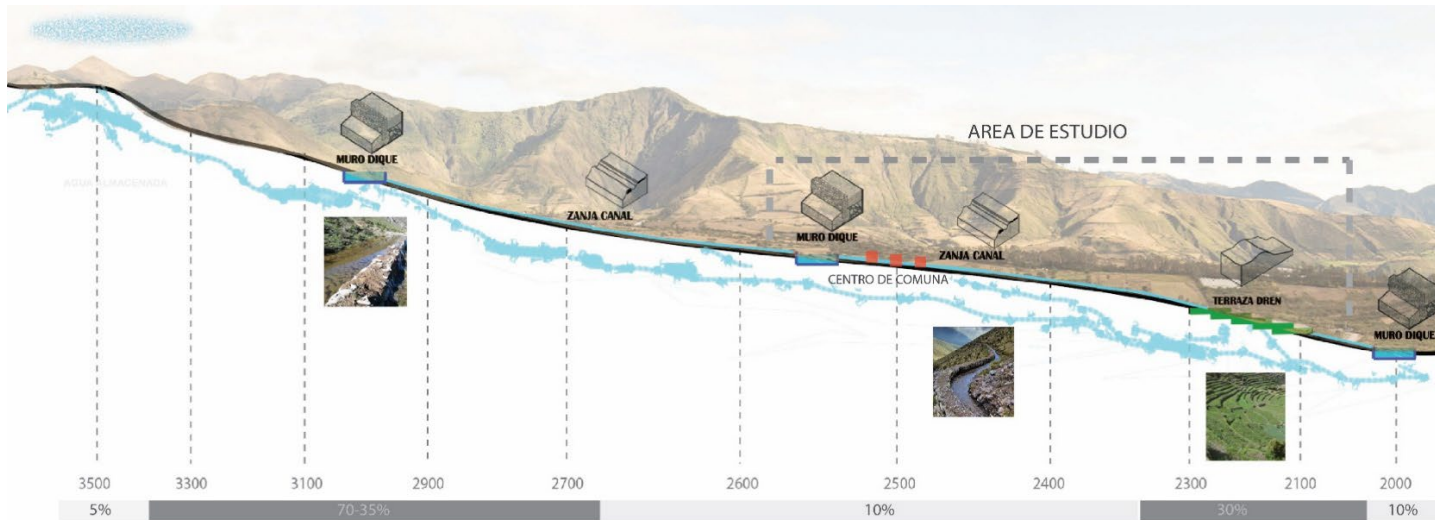


Gráfico del sistema hidráulico de las Amunas.
 Gráfico: <https://www.archdaily.cl/Diego Antonio Vivas Huaccho>



Propuesta esquema de implantación del sistema de amunas en el área de estudio.
 Imagen: P.Meneses, 2023.

El área de estudio por sus características geográficas y su altitud recibe neblina constante durante todo el año, de nubes que llegan principalmente del noroeste.

Los atrapanieblas son sistemas de cosecha de agua, que aprovechan la condensación del vapor de agua atmosférico, captan las gotas microscópicas de agua que tiene la neblina y la recoge para uso humano o agrícola. Se usa en todo el mundo en zonas secas, pero con neblina.

La Fundación aquae en su página web <https://www.fundacionaquae.org/>, explica, que el objetivo de los atrapanieblas consiste en transformar las partículas de agua de la niebla en gotas de agua. Menciona que un metro cuadrado del panel que conforma el atrapanieblas puede absorber de tres a treinta litros diarios, dependiendo de la humedad del sector.

Funciona con paneles cubiertos de malla donde se depositan las partículas de agua, las partículas se concentran hasta transformarse en gotas de agua, posteriormente estas gotas caen por gravedad a canales de recolección, que descargan en tanques de almacenamiento.

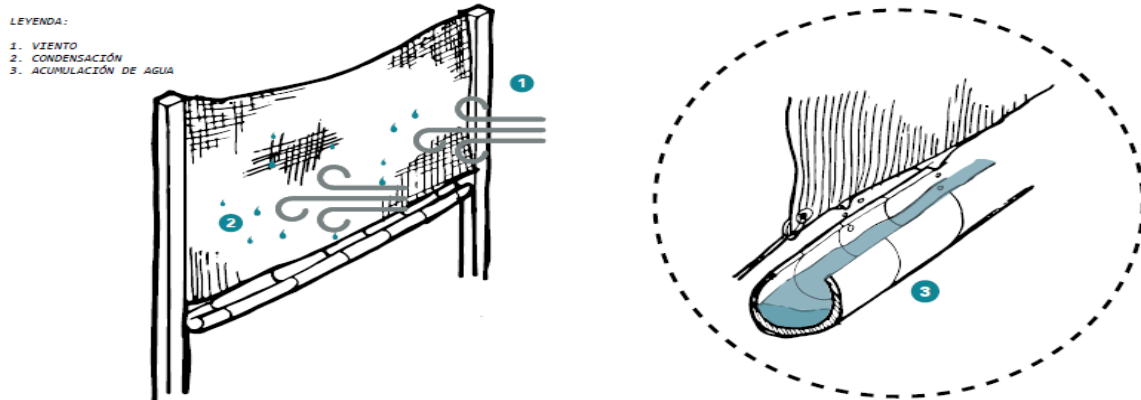


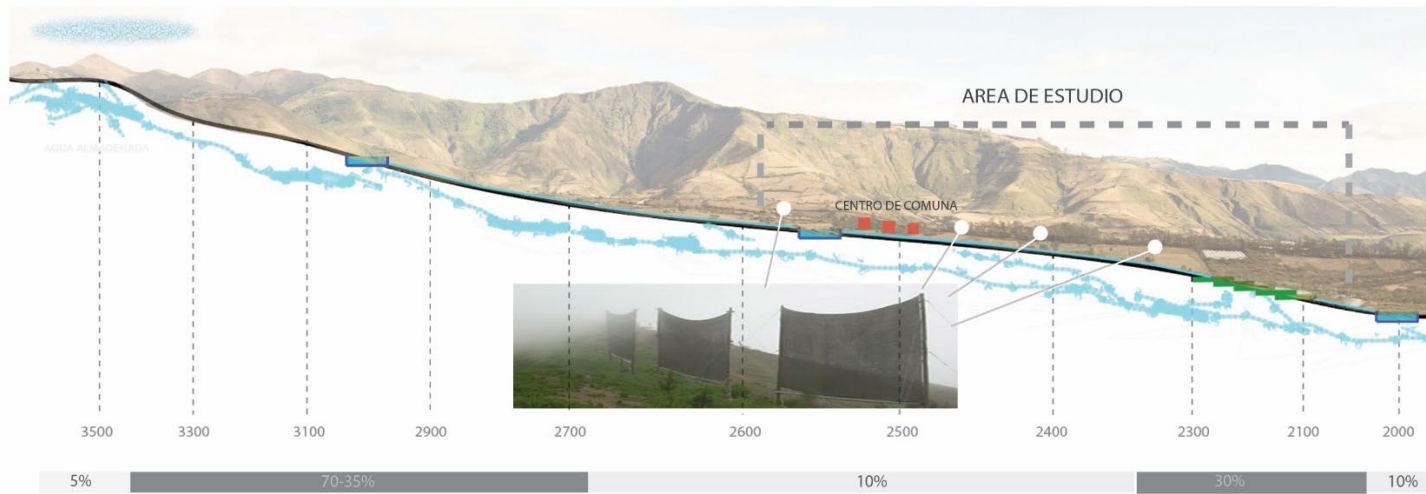
Gráfico del panel del sistema de atrapanieblas.

Gráfico: <https://www.darwinfoundation.org/>



Atrapanieblas tridimensional, diseño de Tomás Garay Ávila

Fotografía: <https://campuscreativo.cl/>



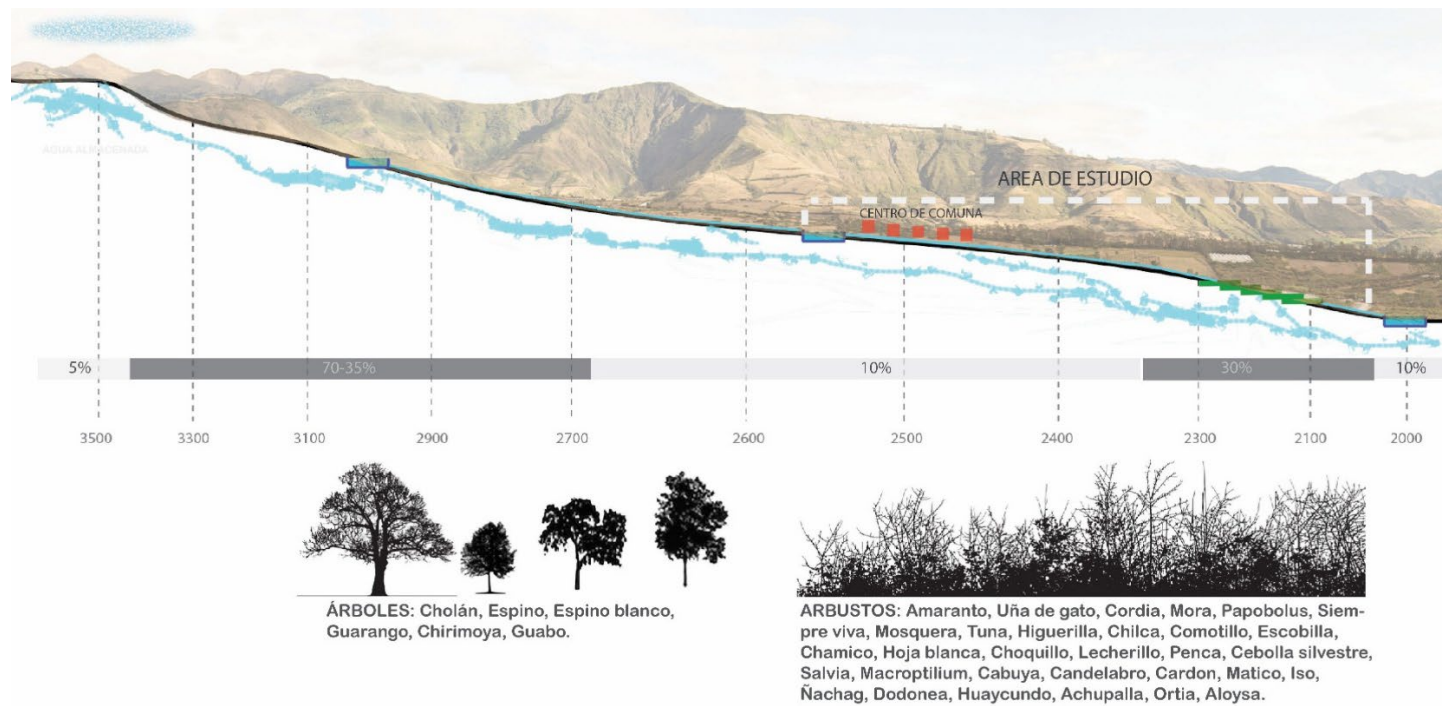
Propuesta de ubicación de atrapanieblas tridimensionales en la parte alta de cada terreno.
Imagen: P. Meneses, 2023.

RECONECTAR lo fragmentado-Reforestación

Se plantea Reconectar al sistema fragmentado de quebradas que atraviesa el área de estudio, Renaturalizando los bordes de protección, tomando en cuenta sus pendientes pronunciadas, el borde de protección propuesto es de 20m desde el borde superior, acogiéndose también a lo establecido por la ordenanza de protección de quebradas en pendientes pronunciadas del GAD de Urcuquí.

Considerando las recomendaciones del informe de Ecuambiente, se propone reforestar con especies nativas que aportan a su ecosistema y están adaptadas a sus características, además minimizan el trabajo de cuidado.

La reconexión de estos corredores naturales que forman las quebradas genera continuidad en el sistema de irrigación hídrico desde su nacimiento en el páramo hasta su llegada a los valles. Permite el intercambio genético entre especies vegetales y animales, fortaleciendo su capacidad de adaptación al cambio climático. Crea un refugio de vida, un hábitat para aves, mamíferos, reptiles, insectos, etc.



Propuesta de reforestación de quebradas con plantas nativas.
Imagen: P. Meneses, 2023.

CONCLUSIONES

Dentro del contexto del cambio climático, el aporte de este estudio consiste en evidenciar la problemática causada por el tipo de prácticas agrícolas desarrolladas en este territorio. Es importante destacar que estas prácticas son similares a las que se llevan a cabo en la mayoría de las poblaciones rurales de Ecuador. La implementación de las estrategias propuestas para la regeneración y recuperación podría tener un impacto más allá del área de la comuna, contribuyendo también a la mejora de otros territorios.

Este estudio, debido a limitaciones temporales y de disponibilidad de información en el sector, plantea estrategias posibles y viables para el caso de estudio de Azaya. Estas estrategias ya están siendo implementadas en otros países latinoamericanos en sus respectivos territorios. Para que las estrategias propuestas puedan llevarse a cabo, será necesario ampliar la presente investigación mediante la definición de proyectos específicos. Estos proyectos deberán ser desarrollados por equipos multidisciplinarios de profesionales que profundicen en los estudios previamente realizados y establezcan los procesos necesarios para su adecuada implementación.

Además de la participación de profesionales, la población de la comuna desempeñará un papel fundamental en el proceso de desarrollo de proyectos. Su involucramiento permitirá abordar aspectos que solo los residentes locales pueden identificar y comprender. Asimismo, es imperativo contar con el apoyo tanto de actores públicos como privados que puedan aportar recursos técnicos y financieros. Esto incluye

especialmente a organizaciones con enfoque en proyectos sostenibles en regiones andinas, rurales y agrícolas.

La implementación de las estrategias propuestas podría cambiar el rumbo actual, que conduce hacia la desertificación y el abandono, por uno que promueva la recuperación y regeneración de los ecosistemas, la economía y la sociedad del territorio. Esto garantizaría la habitabilidad del territorio para las futuras generaciones.

Dado el factor temporal, se debería plantear una implementación cronológica de las diferentes estrategias que sea coherente con los procesos naturales de recuperación y regeneración de los diversos sistemas.

En resumen, este trabajo busca evidenciar la existencia de un camino alternativo al seguido hasta ahora. Para lograrlo, es necesario un cambio en la perspectiva sobre cómo transformar el territorio, así como el compromiso de la población e instituciones. El propósito es conciliar las necesidades económicas de subsistencia de la población relacionadas con la producción agrícola, con la preservación y regeneración de los ecosistemas, todo ello en línea con la idea principal de asegurar una soberanía alimentaria digna.

BIBLIOGRAFÍA

- Guilcamaigua, D., Chancusig, E. (2019). *Evaluación de la calidad del agua de riego en tres agroecosistemas: tradicional, orgánico y convencional*. Universidad Andina Simón Sede Ecuador.
- WWAP (Programa Mundial de las Naciones Unidas de Evaluación de los Recursos Hídricos) /ONU-Agua. (2018). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2018: Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua*. París, UNESCO.
- Rueda, S. (2012). *Libro verde de sostenibilidad urbana y local en la era de la información*. Gobierno de España, Madrid.
- McHarg Ian L. (1967). *Proyectar con la naturaleza*. Gustavo Gili, S:A, Barcelona.
- Isaza, F. (2013). *El agua y el desarrollo humano*. Facultad de Derecho y Ciencias Sociales, UPTC, ISSN: 1692-3936
- Podwojewski, P. (1999). *Los suelos de las altas tierras andinas: Los páramos del Ecuador*. Sociedad Ecuatoriana de la ciencia del suelo, Boletín informativo N° 18.
- Andrade, D. (2017). *Análisis multitemporal de la cobertura de páramo en la producción de agua en la cuenca alta del Río Apuela, Cantón Cotacachi, Provincia de Imbabura*. Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte.
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6910>
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Urququí (2021). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón San Miguel de Urququí-Provincia de Imbabura*. Administración 2019-2023.
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Urququí (2021). *Plan de Uso y Gestión del Suelo-PUGS-del cantón San Miguel de Urququí*. Administración 2019-2023.
- Ruiz, C., Arroyave, M., Gutiérrez, M., Zapata, P. (2009). *Páramos, Fábricas naturales de agua bajo condiciones climáticas cambiantes*. Jornadas de investigación, Escuela de Ingeniería de Antioquia.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2022). *Chakra Andina: Un sistema agrícola ancestral de las comunidades Kichwas de Cotacachi*. <https://www.fao.org/giahs/giahsaroundtheworld/designated-sites/latin-america-and-the-caribbean/andean-chakra/informacion-detallada/es/>
- GSAAC (Gestión Social del Agua y Ambiente en Cuencas). (2006). *Las Amunas de Huarochirí, recarga de los acuíferos en los andes*. <https://hidraulicainca.files.wordpress.com/2011/07/libro-amunas-gsaac.pdf>
- Visconti, C. (2017). *Socio-Technical Aspects of Water Sensitive Urban Design: Micro-scale innovative tools for adaptation*. Facultad de arquitectura, Universidad de Napoles, Federico II, IT.
- Ecuambiente Consulting Group. (2014). *Estudio de impacto ambiental y plan de manejo ambiental de la ciudad del conocimiento Yachay. Informe forestal y valoración ambiental*. Yachay Ciudad del Conocimiento.
- Caref, S. (2021). *Nutrición Orgánica para una vida saludable y larga*. <https://www.amazon.com/>
- Valarezo, O., Muñoz, X. (2011). *Insecticidas de uso agrícola en el Ecuador*. INIAP, Boletín Divulgativo N° 402.
- ATSDR (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades). (2016). *Resumen de salud pública-Chlorpirifos (Cholorpyrifos)*. https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs84.html
- FU (Fumigación Universal). (2023). *¡Cuidado con los insecticidas a base de Cipermetrina!*. <https://fumigacionuniversal.com/blog/cuidado-con-el-insecticida-cipermetrina/>
- AQUAE fundación. (2021). *Cómo evitar las sequías con un atrapanieblas*. <https://www.fundacionaqua.org/wiki/atrapanieblas/>

- Buytaert, W., Sevink, J., Cuesta, F. (2014). *Cambio climático: la nueva amenaza para los páramos*. Avances en investigación para la conservación de los páramos andinos, CONDESAN.