



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS

EL MANEJO DEL AGUA EN LA CUENCA HÍDRICA DEL
RÍO HUAPULA DURANTE LA FASE CULTURAL “UPANO”
(1400 A.C - 1000 D.C) EN LA ALTA AMAZONÍA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE LICENCIADO EN
ARQUEOLOGÍA

MATHIAS EMILIO JARAMILLO GUERRERO

DIRECTOR: ÁLDEN YÉPEZ

ENERO, 2025

*"La flor innata soy de aquí,
como de mayordomo estoy.
Me llaman Simiruco a mí."*

Con amor, para el Manungo. †

Agradecimientos

La Arqueología es linda, es el camino que decidí tomar. Un camino que comenzó desde mi infancia cuando buscaba "antigüedades" en cualquier lugar al que iba. Hoy agradezco a ese niño curioso, porque gracias a su entusiasmo por el pasado, estoy aquí; pero ese niño no habría llegado a ser arqueólogo sin la ayuda de su familia, a quienes les estoy profundamente agradecido. A mi papá, por su excelente gusto musical y por enseñarme a soñar; a mi hermana Camila, por enseñarme a reír; y sobre todo a mi mamá, por mostrarme cómo amar. Son todo para mí.

Asimismo, quiero expresar mi gratitud a Álden Yépez por ser mi guía en este proyecto, por inculcar en mí la pasión por la Arqueología amazónica y digital, y por nunca dejar de creer en mí. A Eric Dhydahl, por su apoyo y sus valiosos consejos tanto en el ámbito académico como en el humano. A María Fernanda Ugalde, cuyas clases despertaron en mí un espíritu crítico. A Pablo Quelal, por confiar en mí en el ámbito laboral y, sobre todo, por su amistad. A Ana Guachamín, por su paciencia y por enseñarme el lado microbotánico de la Arqueología. A Lua Salomón, por sus enseñanzas relacionadas con la Arqueología del paisaje. A Carolina Páez, María Pía Vera y Jorge Gómez, quienes, a través de sus enseñanzas, sembraron en mí la pasión por la Antropología.

Quiero agradecer a Liz, Vane, Nico, Gonzalo, Cami, Dome y Male por su amistad, compañerismo, cariño y, sobre todo, por su incansable sentido del humor.

Finalmente, extendiendo mi agradecimiento a Jonathan Panimboza por sus enseñanzas relacionadas con los softwares de SIG; a Óscar Quito, por abrirme las puertas en Huapula; y a Manuel y Marcelo, por guiarnos en el Alto Upano.

Resumen

El presente estudio analiza el manejo del agua en la cuenca hídrica del río Huapula durante la fase cultural "Upano" (1400 a.C. - 1000 d.C.) en la Alta Amazonía. Se aborda la relación entre las características geomorfológicas del terreno y las estrategias hidráulicas implementadas por las sociedades prehispánicas. Utilizando Modelos Digitales del Terreno (MDT) derivados de tecnología LiDAR (Light Detection and Ranging), se identificaron patrones de ocupación, distribución de estructuras arqueológicas y sistemas hidráulicos integrados al paisaje cultural. Los resultados revelan un proceso acumulativo de domesticación del entorno, en el que factores climáticos y topográficos desempeñaron un papel clave en la organización y diseño de las estructuras. Este enfoque interdisciplinario contribuye al entendimiento de las dinámicas culturales y ambientales en la configuración del paisaje del Alto Upano.

Palabras clave: Arqueología del agua, fase Upano, geomorfología, LiDAR, paisaje cultural, sistemas hidráulicos, Alta Amazonía.

Abstract

This study analyzes water management in the Huapula River basin during the "Upano" cultural phase (1400 BCE - 1000 CE) in the Upper Amazon. The research explores the relationship between the geomorphological characteristics of the terrain and the hydraulic strategies implemented by pre-Hispanic societies. By utilizing Digital Terrain Models (DTMs) derived from LiDAR technology, patterns of settlement, archaeological structure distribution, and integrated hydraulic systems were identified. The results reveal a cumulative process of environmental domestication, with climatic and topographic factors playing a key role in the organization and design of these structures. This interdisciplinary approach contributes to a deeper understanding of cultural and environmental dynamics in shaping the Upper Upano landscape.

Keywords: water archaeology, Upano phase, geomorphology, LiDAR, cultural landscape, hydraulic systems, Upper Amazon.

Contenido

1. CAPITULO I: Sobre la Investigación	8
1.1 Introducción	8
1.2 Antecedentes	9
1.2.1 Pedro Porras y la Tradición Upano	9
1.2.2 Contribuciones de Salazar y Rostain a la Reconstrucción de las Tradiciones Culturales y Cronologías del Alto Upano	11
1.2.3 El Trabajo de Rostoker en Yaunchu	17
1.2.4 El clima, el volcán y la cerámica: Dinámicas culturales en Jurumbaino	17
1.2.5 El LiDAR: Una nueva ventana para explorar el pasado del Valle del Upano ...	18
1.2.6 Tipologías y Nombres de los Sitios Arqueológicos: Clasificación, Morfología y “Funcionalidad”	23
1.3 Problema de investigación	29
1.4 Pregunta de investigación	30
1.5 Objetivos	30
1.5.1 Objetivo general	30
1.5.2 Objetivos específicos	30
2. CAPITULO II: Marco Teórico	31
2.1 Interacción Ser Humano-Entorno: Un Enfoque desde la Ecología Histórica	31
2.1.1 Paisaje y agencia	33
2.1.2 Nuevas perspectivas	36
2.2 Arqueología del Agua	37
2.2.1 Cuencas Hidrográficas	39
2.2.2 Sistemas de drenaje superficial	43
2.3 Sistemas de Información Geográfica (SIG)	49
2.3.1 Modelos SIG	50
3. CAPITULO III: Metodología	52
3.1 Limitaciones	52
3.2 Datos LiDAR	53
3.3 Archivos Raster para la visualización: Hillshade y SLRM	54
3.3.1 SLRM (Slope Local Relief Model)	54
3.3.2 Hillshade	55
3.4 Superposición y Visualización de Modelos para el Análisis del Paisaje Arqueológico	56
3.5 Digitalización de estructuras arqueológicas	57

3.6 Modelamiento Hidrológico Multiescalar	62
3.6.1 Relleno de Depresiones con la Herramienta Fill	63
3.6.2 Cálculo de Direcciones de Flujo con “Flow Direction”	63
3.6.3 Delimitación de Cuencas Hidrográficas con Basin	64
3.6.4 Modelamiento de Redes de Drenaje	65
3.7 Análisis de pendientes	66
3.7.1 Generación del mapa de pendientes	67
3.7.2 Reclasificación del mapa de pendientes	68
3.7.3 Generalización del mapa de pendientes “Reclass_Slope1”	69
3.7.4 Reclasificación del raster generalizado	71
3.7.5 Reclasificación del Raster Generalizado a una escala de 78.54 m ²	72
3.8 Análisis de Geoformas	73
4. CAPITULO IV: Resultados y Discusión	77
4.1 Área de Estudio	77
4.2 Contexto Geomorfológico y Ecológico	78
4.2.1 El Clima	80
4.2.2 Los Suelos	81
4.3 Análisis geoespacial y geomorfológico de la cuenca hídrica del Río Huapula	83
4.3.1 Análisis de la Digitalización y Visualización de MDTs	83
4.3.2 Análisis de pendientes según el Sistema IGAC	87
4.3.3 Resultados: Geoformas del Área de Estudio	92
4.4 Dinámica hídrica y gestión del agua en el macroasentamiento Huapula	100
4.5 Marco Comparativo	104
4.5.1 Huapula	104
4.5.2 Kilamope	105
4.5.3 Kunguints/Najempaim	106
4.5.4 Análisis geomorfológico e hidráulico comparativo de los macroasentamientos en la Alta Amazonía	108
5. CAPITULO V: Conclusiones y Recomendaciones	112
5.1 Conclusiones	112
5.2 Recomendaciones	113
BIBLIOGRAFÍA	115

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Croquis del Sitio Huapula (Sangay).....	10
Gráfico 2: Cuenca del Alto Upano, Morona Santiago, Ecuador. Ubicación geográfica de los sitios de montículos precolombinos.	12
Gráfico 3: Mapa del complejo Huapula con detalle del Complejo XI.	14
Gráfico 4: Mapa topográfico del área de estudio del proyecto “Características generales del paisaje cultural arqueológico del Valle del Alto Upano en un área de 300 km ² ”	19
Gráfico 5: Identificación de Montículos y Modelos de Elevación Digital (LiDAR) en los Yacimientos de Huapula y Najempaim/Kunguints	21
Gráfico 6: Divisorias de aguas de un afluente del río Huapula.	41
Gráfico 7: Patrón de drenaje dendrítico según el modelo de Arthur Newell Strahler	42
Gráfico 8: Modelo Hidrológico del drenaje superficial.	44
Gráfico 9: Parámetros de dimensiones de zanjas.	49
Gráfico 10: Representación de Datos Vectoriales y Raster en SIG.	51
Gráfico 11: Modelo de Elevación SLRM del Valle del Upano.	54
Gráfico 12: Modelo Hillshade del Valle del Upano.	55
Gráfico 13: Superposición de Modelos Hillshade y SLRM para el Análisis del Paisaje Arqueológico.	56
Gráfico 14: Digitalización de Elementos Arqueológicos en la Cuenca del Huapula.	58
Gráfico 15: Mapa de Direcciones de Flujo Calculadas con “Flow Direction”.	64
Gráfico 16: Delimitación de Cuencas Hidrográficas en el Valle del Upano.	65
Gráfico 17: Modelamiento de Redes de Drenaje en el Valle del Upano.	66
Gráfico 18: Mapa inicial de pendientes del área de estudio.	67
Gráfico 19: Mapa de pendientes reclasificado según el sistema IGAC.	69
Gráfico 20: Mapa generalizado de pendientes mediante Estadísticas Focalizadas.	70
Gráfico 21: Raster reclasificado del modelo generalizado de pendientes.	71
Gráfico 22: Raster reclasificado en 14 clases según intervalos manuales de pendiente.	73
Gráfico 23: Mapa de Geoformas del Área de Estudio	74
Gráfico 24: Morfologías 3D simbólicas y sus geomorfones correspondientes (patrones ternarios) para los 10 elementos de formas de suelo más comunes.	75
Gráfico 25: Área de Estudio y Cuenca Hidrográfica del Río Huapula.	77
Gráfico 26: Digitalización de Elementos Arqueológicos en las Cuencas del Huapula y Upano.	84
Gráfico 27: Macroasentamiento Mashun y su Relación con los Límites Hidrográficos de la Cuenca del Río Huapula y el Río Mashun.	85
Gráfico 28: Identificación y Caracterización de Canales Naturales de Drenaje en el Macroasentamiento Huapula.	86
Gráfico 29: Distribución de Pendientes Reclasificadas en el Macroasentamiento Huapula y su Entorno.	88
Gráfico 30: Mapa de Pendientes Generalizadas y Reclasificadas en el Sitio Huapula	91
Gráfico 31: Sitio Huapula: Elementos Digitalizados y Clasificación de Geoformas.	93
Gráfico 32: Clasificación Geomorfológica y Elementos Asociados del Sitio Huapula, sector noroeste	95
Gráfico 33: Vista General del Área noroeste del Sitio Huapula sin Clasificación de Geoformas	96
Gráfico 34: Clasificación Geomorfológica y Elementos Identificados al Este del Sitio Huapula	97
Gráfico 35: Relación entre Plazas, Elementos Lineales y la Red de Drenaje Natural en el Sitio Huapula	99
Gráfico 36: Modelamiento de redes de drenaje en el sitio Huapula.	101
Gráfico 37: Canal de drenaje artificial con su perfil	102

Gráfico 38: Configuración geomorfológica y elementos arquitectónicos en el sitio Kilamope	106
Gráfico 39: Distribución y Geomorfología del Macroasentamiento Kunguints/ Najempaim...	107
Gráfico 40: Geomorfología y configuración del sitio arqueológico Najempaim/ Kunguints ...	109
Gráfico 41: Geomorfología y distribución de plataformas en el sitio arqueológico Kilamope.	110

Índice de Cuadros

Cuadro 1: Resumen de los subtipos reconocidos en el análisis de anomalías en el Valle del Upano.....	27
Cuadro 2: Grupos de Suelos Según su Potencial de Escurrimiento.	46
Cuadro 3: Tipología de plataformas arqueológicas en el Valle del Upano.....	59
Cuadro 4: Tipología de espacios transformados y elementos lineales en el Valle del Upano.	60
Cuadro 5: Categorías de pendiente según el sistema del Instituto Geográfico Joaquín Codazzi (IGAC).....	68
Cuadro 6: Reclasificación de valores del raster generalizado.	71
Cuadro 7: Reclasificación del raster generalizado.	72
Cuadro 8: Clasificación de las 10 formas de suelo más comunes en el análisis geomorfológico.....	76
Cuadro 9: Clasificación de pendientes según el sistema IGAC.	87
Cuadro 10: Distribución de Geoformas en el Área de Estudio	94

1. CAPITULO I: Sobre la Investigación

1.1 Introducción

La evidencia del manejo del agua constituye un componente esencial en la configuración del paisaje cultural de la Alta Amazonía, fenómeno que ha quedado registrado en la cuenca hídrica del Río Huapula. Durante la fase cultural “Upano” (1400 a.C.–1000 d.C.), las sociedades prehispánicas que habitaron esta región desarrollaron a lo largo de un periodo prolongado, sistemas y estructuras que reflejan una interacción compleja entre la cultura y el entorno; este estudio aborda la relación entre las características geomorfológicas del terreno y las estrategias de gestión hídrica implementadas por estas comunidades, destacando cómo la planificación espacial y las transformaciones del paisaje evidencian un proceso de domesticación y manejo del medio ambiente.

En este contexto, la investigación se centra principalmente en el macroasentamiento de Huapula, ubicado en una región caracterizada por alta pluviometría, suelos de baja permeabilidad y una topografía accidentada. Esta combinación de elementos naturales y culturales evidencia procesos acumulativos en la construcción del paisaje; mediante el análisis geoespacial y el uso de Modelos Digitales del Terreno (MDT), se busca identificar patrones de ocupación, distribución de estructuras arqueológicas y su relación con las dinámicas del agua superficial. Con un enfoque basado en la Ecología Histórica, la Arqueología del Agua y la Arqueología Digital (SIG), se pretende profundizar en las interacciones entre las sociedades humanas y su entorno.

Este estudio tiene como objetivo reconstruir la organización espacial y funcional de los sistemas hidráulicos, evaluando cómo las condiciones climáticas y topográficas influyeron en el diseño y uso de estas estructuras. En última instancia, se espera que los hallazgos contribuyan a un entendimiento más profundo de las prácticas culturales relacionadas con la gestión del agua en un paisaje tan dinámico y transformado como el del Alto Upano.

1.2 Antecedentes

1.2.1 Pedro Porras y la Tradición Upano

En décadas anteriores al año 1990, el estudio arqueológico en el Valle del Upano se limitó a sondeos iniciales y al análisis tipológico de colecciones de cerámica provenientes de sitios con plataformas (Athens, 1984; Bushnell, 1946; Collier & Murra, 1943; Harner, 1973; Herod, 1970; Moncayo Echeverría, 1994; Rampon, 1959; Rostoker, 1995). Sin embargo, quien profundizó y fue el precursor de la disciplina arqueológica en la región fue el padre Josefino Pedro Porras, entre los años 1978 y 1984, este sacerdote llevó a cabo una serie de investigaciones que han sido fundamentales para el debate y la interpretación de las dinámicas culturales de las ocupaciones prehispánicas en esta región de la Alta Amazonía (Velasco Albán, 2016, pp. 91). Porras (1987) estableció una cronología detallada de lo que denominó tradición cerámica Upano, dividida en cuatro fases: Pre-Upano, Upano I, Upano II y Upano III. Esta cronología se basa en una tipología cerámica de 21 tipos, desarrollada a partir de las decoraciones y formas; aunque se ha señalado la falta de correlación estratigráfica en esta metodología (Pazmiño, 2008).

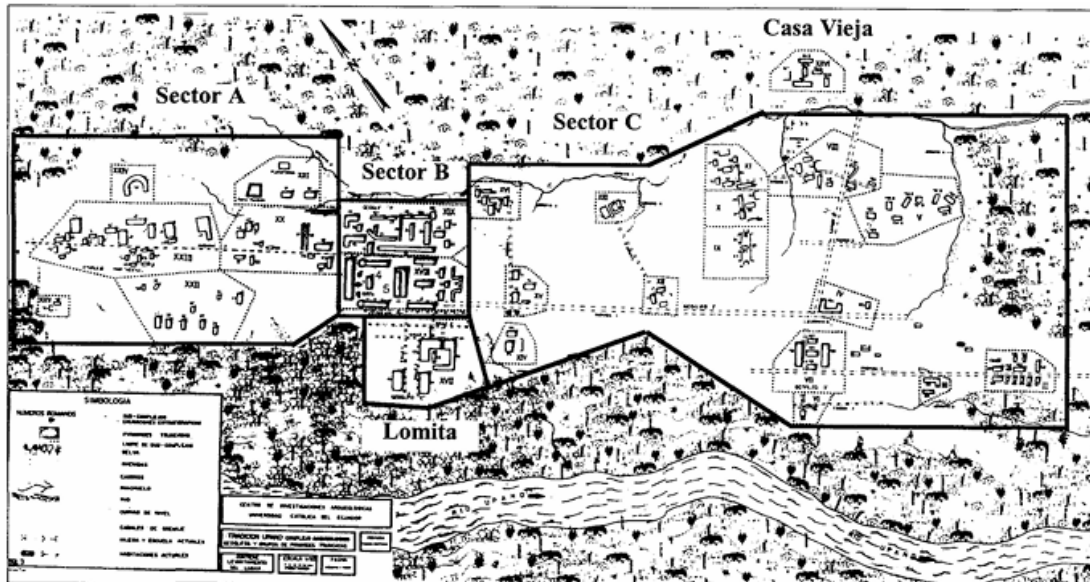
En un periodo de siete años, Porras identificó varios sitios con plataformas artificiales en diversas zonas del Valle del Upano, realizando excavaciones, cortes estratigráficos y recolecciones superficiales. Durante catorce temporadas de campo se obtuvieron numerosas muestras cerámicas, las cuales dieron como resultado una compleja tipología; además, de establecer una cronología compuesta por cuatro fases cerámicas, desde el periodo Formativo Temprano hasta aproximadamente el año 940 d.C. De igual forma, identificó una fase distinta denominada Chiguaza (Porras, 1987; Pazmiño, 2008). Su detallado análisis cerámico fue clave para organizar los datos en seriaciones y definir la periodización de la tradición Upano (Velasco Albán, 2016, pp. 70).

La fase inicial, a la que denominó Pre-Upano (2750-2520 a.C.), está caracterizada por una cerámica burda con desengrasante ordinario y una coloración gris rosada clara (Porras, 1987, pp. 297; Pazmiño, 2009, pp. 153; Velasco Albán, 2016, pp. 70). Posterior a esta encontramos la fase Upano I (1100-120 a.C.), surgiendo una cerámica con un patrón decorativo denominado rojo entre incisiones; las formas más comunes de esta fase constituyen cuencos y vasijas con bases pintadas de blanco. En la fase Upano II (40 a.C.-170 d.C.), se introducen patrones geométricos en rojo y decoración negativa, esta fase está asociada con la construcción de los complejos arquitectónicos (Velasco Albán, 2016).

Finalmente, encontramos la fase Upano III la cual se considera una tradición posterior a un periodo de desocupación, con cronología hacia 940 d.C (Porras, 1987; Velasco Albán, 2016).

Los estudios de Porras en el Alto Upano estuvieron enfocados en su mayoría en el sitio que denominó Sangay, en honor al volcán Sangay localizado al oeste del Valle del Upano, el cual domina la vista de la cordillera (Pazmiño, 2008). Porras (1987) creía que las antiguas poblaciones Upano, adoraron al volcán Sangay por lo cual orientaron sus plataformas artificiales hacia este volcán. Es en este lugar, donde documentó alrededor de 180 plataformas artificiales organizadas en patrones de asentamiento, cabe mencionar que el padre Porras fue el primer investigador de la región en establecer y mencionar “patrones”, integrando plataformas artificiales, plazas, caminos y posibles zanjas de drenaje. Su interés por la disposición de las plataformas artificiales lo llevó a interpretar un patrón iconográfico en el complejo Sangay, al que describió como la representación de un jaguar en trance de cópula con un hombre, aunque estudios posteriores han descartado esta hipótesis (Salazar, 1998; Yépez Noboa, 2000; Sánchez-Polo & Álvarez Litben, 2023; Rostain & de Saulieu, 2013).

Gráfico 1: Croquis del Sitio Huapula (Sangay)



Nota. Mapa elaborado por Porras (1987), ligeramente modificado por Salazar. Tomado de Salazar, 1998, pp. 223.

A pesar de que las investigaciones de Porras fueron pioneras en cuanto a Arqueología Amazónica, estas no esquivaron las críticas y ha sido cuestionada, debido a que la metodología empleada para la clasificación cerámica se basaba únicamente en decoraciones y formas sin tomar en cuenta la estratigrafía ni la datación por radiocarbono (Rostain 1999, 2010; Rostain & de Saulieu, 2013, pp. 68). Se ha argumentado también, que esta limitación impide una clara secuencia cultural y que el análisis separado de la forma y la decoración de las cerámicas es insuficiente para obtener una comprensión holística de la cultura material (Pazmiño, 2008).

En adición a su largo trabajo en el Upano, Porras exploró otras regiones amazónicas, como los ríos Huasanga, Cosanga, Cotundo y Napo, entre 1970 y 1980, contribuyendo así con una gran variedad de datos que han sido valiosos para la comprensión de las diversas dinámicas culturales de la Amazonía ecuatoriana (Rostain & de Saulieu, 2013); no obstante, su propuesta de una larga tradición cultural Upano de 3,500 años ha sido revisada por investigaciones más tardías, las cuales sugieren una dinámica cultural más diversa y compleja (Rostain, 1999, 2010; Rostain & Pazmiño, 2013; Rostain & de Saulieu, 2013, pp. 68).

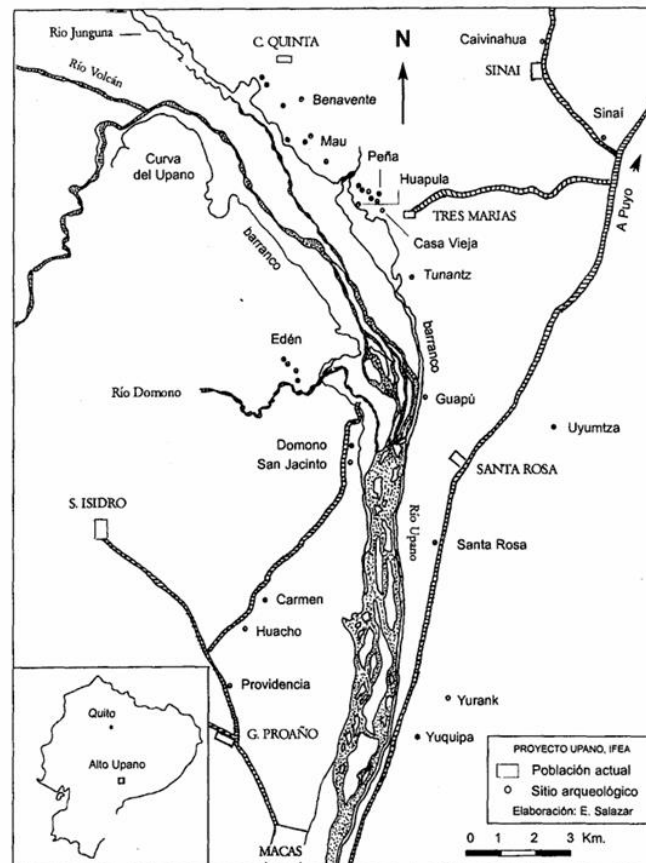
A pesar de las críticas a las limitaciones metodológicas señaladas por varios autores, es importante mencionar que las investigaciones de Pedro Porras proporcionaron una base importante para estudios posteriores. Además, sus hallazgos en cuanto a los complejos arqueológicos y la complejidad de los patrones de asentamiento sirvieron como contrargumento de la visión de la Amazonía como una región marginal para el desarrollo cultural, ofreciendo nuevas perspectivas sobre el poblamiento y la organización social en el Valle del Upano (Velasco Albán, 2021).

1.2.2 Contribuciones de Salazar y Rostain a la Reconstrucción de las Tradiciones Culturales y Cronologías del Alto Upano

Posterior a Porras, se llevaron a cabo investigaciones en el Valle del Alto Upano, realizadas por Ernesto Salazar y Stéphen Rostain, estas investigaciones marcaron un punto de inflexión en la Arqueología de la región; en primer lugar, por su enfoque en el reconocimiento arqueológico a lo largo del valle y, en segundo lugar, por el uso de metodologías específicas como: las excavaciones estratigráficas por sondeos y zanjas, y excavaciones por decapado en área (Velasco Albán, 2016); donde los resultados dieron lugar a la propuesta de nuevas cronologías culturales en la región. Estas contribuciones

fueron realizadas en el marco del Proyecto Arqueológico Sangay-Upano (1995-1999) y, posteriormente, del Proyecto Río Blanco (1999-2000).

Gráfico 2: Cuenca del Alto Upano, Morona Santiago, Ecuador. Ubicación geográfica de los sitios de montículos precolombinos.



Nota. Basado en el mapa IGM (hojas topográficas Macas-Sinai). Tomado de Salazar (1998, pp. 220).

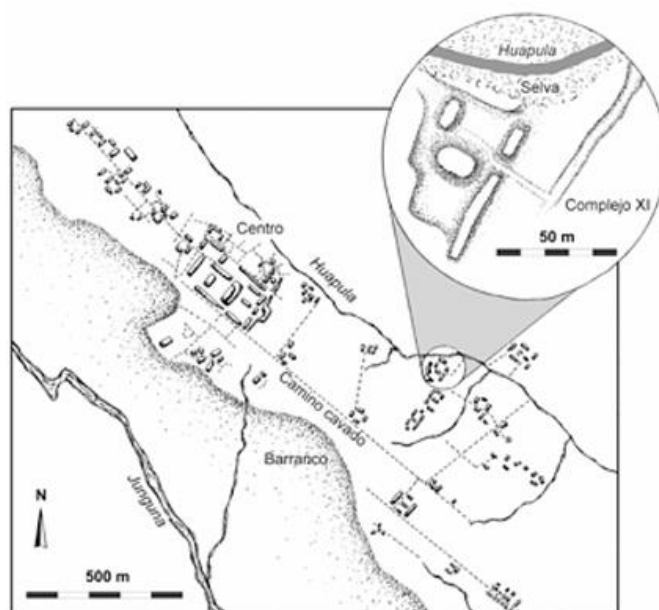
El Proyecto Sangay-Upano, iniciado en 1995 y auspiciado por el Instituto Francés de Estudios Andinos (IFEA), fue una cooperación científica entre Ecuador y Francia, que permitió desarrollar trabajos de campo, publicaciones y análisis del registro arqueológico del Upano. El trabajo de campo se dividió entre dos investigadores: Salazar que se enfocó en los reconocimientos arqueológicos y las excavaciones estratigráficas, y Rostain que dirigió sus esfuerzos a los decapados en áreas amplias (Velasco Albán, 2016, pp. 72). Esta distribución de actividades permitió avanzar simultáneamente en la identificación de sitios y en el análisis detallado de las estructuras y sus posibles funciones, lo que permitió a los investigadores identificar patrones de ocupación, organización espacial y cronologías de ocupación.

El trabajo de Salazar respecto a los reconocimientos arqueológicos dio como resultado la delimitación y categorización de algunos complejos de plataformas, usando criterios como: cortes de continuidad, quebradas más o menos profundas y cursos de agua; este investigador identificó 35 sitios de montículos y 9 complejos principales (Salazar, 1996; 2000), entre los que destacó el Complejo Huapula, previamente mencionado por Pedro Porras como "Complejo Ritual Sangay" (Velasco Albán, 2016, pp. 72). Salazar también definió una tipología de las estructuras asociadas a los complejos, estableciendo categorías como montículos, plataformas, plazas y caminos cavados, esto ayudó a que el investigador realice una interpretación funcional y organizativa de estos asentamientos, desde su construcción hasta su posible uso (Velasco Albán, 2016, pp. 74-75).

Según Salazar (2000), el proceso de construcción seguía varias etapas: primero se delimitaba el perímetro de una plaza, seguido se excavaba la plaza de donde se desprendían pedazos de lodo que se transportaban hacia los bordes para construir los montículos, una vez removida la capa superficial oscura del suelo se procedía a excavar la capa amarilla más dura, el material extraído se acumulaba y compactaba en los laterales mediante apisonamiento, lo que daba a las plataformas su característica forma rectangular (pp. 9-10); tras completar este proceso, se realizaba una breve ofrenda ritual para luego nivelar el suelo de la plaza y finalmente se abrían canales artificiales de drenaje en los ángulos, para facilitar el secado rápido de la superficie (Salazar, 2000); otra técnica consistió en acondicionar un relieve natural (Rostain & de Saulieu, 2019).

En base a los resultados de las investigaciones, se afirmó que la profusión de plataformas sugería una población significativa en el Alto Upano, con alta densidad demográfica; aunque el autor Pazmiño (2021), consideraba que la mayor concentración de montículos se encontraba en Huapula, también identificó otros sitios de relevancia que permiten vislumbrar las jurisdicciones políticas de la cultura Upano (Salazar, 2000). Esto sugiere que la organización política de dicha cultura, no estaba limitada exclusivamente a Huapula, sino que otras localidades también desempeñaban un papel importante en la configuración de las jurisdicciones políticas de la época, sin embargo, esta afirmación resulta conflictiva, ya que la dinámica de gobernación de la denominada cultura Upano sigue siendo un tema incierto debido a la insuficiencia de evidencia arqueológica que permita establecer con claridad cómo se organizaban políticamente.

Gráfico 3: Mapa del complejo Huapula con detalle del Complejo XI.



Nota. Basado en los datos de 1987 y 1997. La ilustración incluye un acercamiento al Complejo XI. Adaptado de Rostain, 2023, pp. 5.

La tendencia a ubicar los "centros principales" en los altiplanos situados a ambos márgenes del río, desde donde el Upano es visible y audible, ha sido clave para que el Salazar (2000) definiera a la cultura Upano como una "cultura ribereña" (pp. 47), donde sitios como Mau, a menos de 1km.; Casa Vieja y Edén a 1 y 2 km respectivamente sirven como evidencia para tal afirmación.

Al igual que Porras (1987), Salazar (2000) nos habla sobre patrones de asentamiento:

“Un sitio típico de montículos Upano está compuesto de un número de plataformas rectangulares, generalmente en grupos de cuatro, delimitando un patio interior o plaza, de forma cuadrilátera, cavada previamente, de acuerdo con un patrón de construcción” (Salazar, 2000, pp. 39)

Las investigaciones de Rostain y Salazar, ampliaron el número de sitios arqueológicos documentados en el Valle del Alto Upano. Además, desarrollaron una propuesta cronológica donde cuestionaron y corrigieron las secuencias propuestas por Porras; a partir de fechados radiocarbónicos y del análisis cerámico, identificaron tres grandes tradiciones culturales representadas por los conjuntos cerámicos Sangay (900-

500 a.C.), Upano (500 a.C.-200 d.C.) y Huapula (700-1200 d.C.) (Pazmiño, 2009; Velasco Albán, 2016; 2021). Adicional a esto, en el marco del Proyecto Río Blanco se realizó la identificación de un conjunto cerámico adicional, al que Rostain (2010) denominó como Kilamope, el cual estuvo probablemente asociado a una ocupación intermedia entre Upano y Huapula, aunque con menor densidad de evidencia arqueológica (Pazmiño, 2008; Rostain & de Saulieu, 2013, pp. 74).

Asimismo, las excavaciones en sitios como: La Lomita y el Complejo XI, revelaron una estratigrafía compleja, la cual los arqueólogos la interpretaron como una superposición de estas ocupaciones. En el caso de La Lomita, se identificaron tres capas principales, aunque fueron descritas como “poco diferenciables” (Pazmiño, 2008; Rostain & Pazmiño, 2013, pp. 58); en primer lugar, una capa inferior asociada a la cultura Sangay, una capa intermedia correspondiente a Upano, y una capa superior vinculada a Huapula. Sin embargo, en la capa III se ha identificado el apareamiento de materiales de cultura Sangay mezclados con algunos fragmentos de cultura Upano (Rostain & Pazmiño, 2013, pp. 59), lo cual podría sugerir “un sitio con varios tipos de cerámica que son parte de una misma cultura arqueológica de ocupación espacial-temporal larga en el complejo Huapula” (Yépez et al., 2024).

Por otro lado, en el Complejo XI, las excavaciones dieron como resultado la interpretación de varias fases de construcción, empezando por suelos quemados asociados a la ocupación Upano, seguidos por una capa de cenizas volcánicas atribuida a la erupción del volcán Sangay, y finalmente con suelos habitacionales de la ocupación Huapula (Rostain & Pazmiño, 2013, pp. 60). En el montículo central del complejo se identificaron evidencias asociadas a actividades domésticas, encontrando restos cerámicos, fogones y herramientas de molienda, los cuales dieron una aproximación a la cotidianidad de los grupos Huapula (Rostain & de Saulieu, 2013, pp. 147-150).

Mediante esta clasificación los investigadores se dieron a la tarea de describir la evolución de los patrones de asentamiento y las transformaciones culturales a lo largo de aproximadamente 2000 años (Rostain & Pazmiño, 2013, pp. 59-60), asegurando que la cerámica Sangay, burda y de baja calidad, está asociada a asentamientos dispersos y anteriores a la construcción de montículos (Rostain & Pazmiño, 2013); la cerámica de la cultura Upano, caracterizada por estar bien cocida y decorada con motivos geométricos hace referencia a las decoraciones de pintura roja entre incisiones, esta fase refleja un aumento en la densidad poblacional y el desarrollo de centros habitacionales organizados;

finalmente, la cerámica Huapula de carácter marcadamente doméstico se vincula con una ocupación menos densa pero significativa en términos de reocupación de antiguos montículos (Rostain, 2010; Velasco Albán, 2016, pp. 76-78).

De este modo, se evidencia que Rostain destaca la transición de los asentamientos dispersos, específicamente de la denominada cultura Sangay, hacia un patrón más consolidado durante la ocupación Upano, reflejado en la construcción de montículos y en una organización social más compleja en torno a plazas y caminos cavados (Pazmiño, 2009). Además, sostiene que este desarrollo cultural fue interrumpido por la actividad volcánica del Sangay, lo que, según el autor, habría provocado el despoblamiento del valle y la eventual desaparición de los Upano entre los años 300 y 600 d.C. (Rostain & de Saulieu, 2019, pp. 77). Sin embargo, Álden Yépez et al. (2024) cuestionan esta interpretación, al señalar la falta de evidencia petrográfica que confirme una erupción catastrófica como causa del abandono. Esto, sumado a la disparidad cronológica en las dataciones de los estratos relacionados, lleva a Yépez (2016, 2024) a interpretar la coexistencia de cerámicas Sangay, Upano y Huapula en la fosa "Lomita" como indicativa de una continuidad cultural más prolongada en el tiempo; en este sentido, plantea que los cambios observados podrían estar más relacionados con fluctuaciones climáticas durante los siglos IX y X d.C., en lugar de atribuirse a un evento volcánico abrupto.

De esta manera, observamos cómo las investigaciones arqueológicas en el Upano han priorizado los estudios en sitios con plataformas artificiales, con la intención de comprender las secuencias de construcción de estas estructuras (Rostoker, 2005; Rostain, 1999; Salazar, 1999); aunque también se ha intentado identificar y definir el material cultural de sitios ocupados en etapas anteriores a la construcción de montículos (Yépez & León, 2013). Vemos como entre los trabajos más citados se encuentran los de Porras (1987), Salazar (1995-2008) y Rostain (1995-2024); es importante mencionar que estos han centrado gran parte de sus esfuerzos en interpretar las dinámicas culturales de Huapula, considerado un sitio clave en la región del Alto Upano. La presente investigación, enfoca su estudio en el Sitio Arqueológico de Huapula, por el interés del autor en este sitio en particular, producto de las visitas de campo académicas, así como por la información bibliográfica disponible. No obstante, otros sitios como Jurumbaino y Yaunchu, también desempeñan un papel importante en el debate sobre las dinámicas culturales del Valle del Upano, ya que aportan información valiosa sobre las fases

tempranas de ocupación y las interacciones ambientales y culturales; por ende, mencionar a quienes han trabajado en estas zonas resulta esencial.

1.2.3 El Trabajo de Rostoker en Yaunchu

Rostoker entre 1997 y 2005 enfocó su trabajo cerca de Sucúa, en la zona sur del Valle del Upano en el sitio de Yaunchu; donde realizó pruebas de pala y excavaciones sistemáticas en busca de ampliar el entendimiento de la ocupación y uso del área (Rostain & de Saulieu, 2013, p. 22; Silva Cuesta, 2018); Yaunchu, había sido previamente identificado por Harner (1957) y Herod (1970), quienes reportaron la presencia de material cultural en la zona correspondiente a la fase Upano (Pazmiño, 2008). Además, Rostoker (2005) realizó estudios en el valle medio, a orillas del Río Tutanangoza, en este lugar realizó excavaciones sobre plataformas artificiales; sin embargo, estas excavaciones no arrojaron una cantidad significativa de material, lo que llevó a Rostoker (2005, pp. 254) a interpretar los montículos como espacios destinados a usos públicos ceremoniales durante eventos de gran escala, hipótesis que también la sustentó mencionando que en las áreas bajas entre plataformas revelaron una considerable cantidad de cerámica de estilo Upano. (Sánchez-Polo & Álvarez Litben, 2023, pp. 6).

Para el investigador, la construcción de las plataformas en Yaunchu ocurrió entre el 70 y el 650 d. C., siendo un proceso más tardío en comparación con el sitio Huapula. por tal razón, Rostoker (2005) asegura que el desarrollo de estas plataformas no se dio de forma homogénea ni sincrónica a lo largo del valle (Sánchez-Polo & Álvarez Litben, 2023, p. 6). Adicional a esto, se llevó a cabo un análisis de carácter morfofuncional del material cerámico, buscando comprender dinámicas poblacionales en Yaunchu y su relación con el contexto arqueológico en la región (Silva Cuesta, 2018); para esto Rostoker (2005, p. 128), examinó técnicas de fabricación, usos y procesos de descarte del material cerámico (Silva Cuesta, 2018, pp. 24).

1.2.4 El clima, el volcán y la cerámica: Dinámicas culturales en Jurumbaino

Yépez en el año 2011, identificó el sitio Jurumbaino y lo estudió a partir del año 2013 (Silva Cuesta, 2018, pp. 26). En su obra se puede destacar su enfoque acerca de la relación entre las tradiciones cerámicas, las actividades agrícolas y los eventos volcánicos que caracterizan la región. En sus investigaciones sobre el sitio, Yépez (2013) identificó una secuencia ocupacional que abarca cuatro fases principales: pre-monticular (2280-

2140 cal BC), cerámica temprana (1430-1320 cal BC), producción alfarera intermedia (750-500 cal BC) y producción de cerámica tardía (1280-1380 cal AD).

Yépez, también realizó un análisis cerámico centrado en la caracterización y tipificación del material con base en la pasta de la cerámica, el cual ha servido para definir tradiciones estilísticas y tecnológicas (Silva Cuesta, 2018). A partir los datos producidos, Yépez & León (2013; 2017) plantean hipótesis sobre la posible evolución cultural en la región de el Alto Upano, esencialmente en que las tradiciones alfareras persistieron incluso en presencia de eventos asociados con el volcán Sangay. Esta perspectiva sugiere que tanto las actividades agrícolas, como las culturales no fueron interrumpidas significativamente por la caída de ceniza volcánica, lo que indica una evolución cultural diferente a la planteada por Rostain & de Saulieu (2019) donde se afirma que actividad volcánica del Sangay interrumpió el desarrollo cultural del Valle del Upano, provocando el despoblamiento y la desaparición de las comunidades entre 300 y 600 d.C.

Adicionalmente, Yépez realizó un análisis del material lítico y las características químicas y petrográficas del suelo, obteniendo datos que permitieron interpretar posibles patrones agrícolas, además de evaluar el impacto de los eventos volcánicos en la fertilidad del terreno (Silva Cuesta, 2018) y concluyendo que la evidencia mínima de ceniza volcánica en las muestras de suelo sugiere que esta no contribuyó al enriquecimiento agrícola de la región, contrariamente a lo que los autores inicialmente esperaban (Yépez & León, 2013).

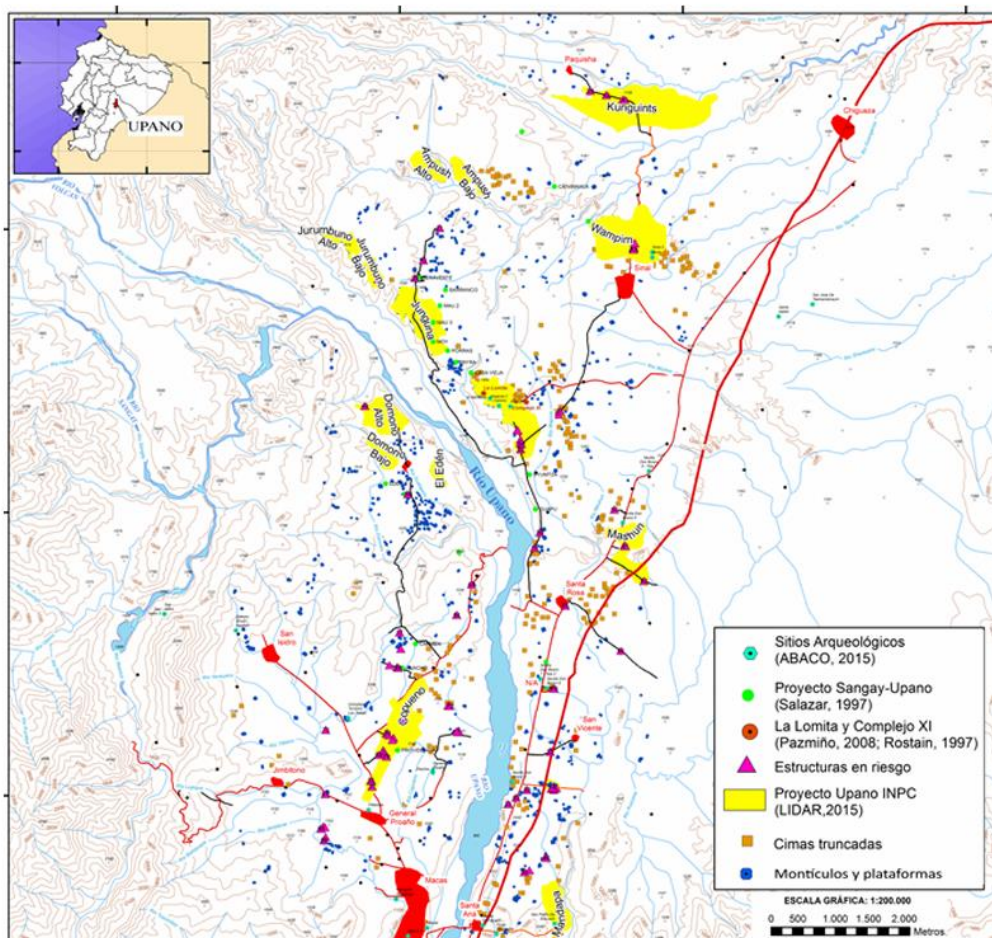
Finalmente, su trabajo hace énfasis en la influencia de las condiciones medioambientales para el desarrollo de las dinámicas culturales en la región. Para Yépez, las condiciones cálidas y húmedas estuvieron asociadas con la construcción y el uso de plataformas artificiales; por otra parte, un cambio hacia un clima más seco alrededor del 800 d.C. fue el punto de inflexión para su desuso y abandono; este cambio climático, a su vez, coincidió con la aparición de la cerámica corrugada ampliamente dispersa en el frente amazónico ecuatoriano (Yépez & León, 2017).

1.2.5 El LiDAR: Una nueva ventana para explorar el pasado del Valle del Upano

El año 2015 marcó un hito en la investigación arqueológica del Valle del Upano con la implementación de la tecnología LiDAR (Light Detection and Ranging), en el marco del proyecto “Características generales del paisaje cultural arqueológico del Valle del Alto Upano en un área de 300 km²”, que permitió realizar sobrevuelos en un área de

638 km² y mapear aproximadamente 300 km² (Prümers, 2017, pp. 67; Sánchez-Polo & Álvarez Litben, 2023); este mapeo sistemático, financiado por el Estado ecuatoriano, permitió ver a una escala mayor el paisaje antropogénico conformado por plataformas, elementos lineales, plazas, etc., evidenciando de manera más clara y regional la complejidad y monumentalidad de los asentamientos antiguos (Rostain et al., 2024), ya que en los trabajos previos gran parte de la interpretación del patrón de asentamiento se había basado en prospecciones de áreas con plataformas accesibles gracias a la tala del bosque (Pazmiño, 2021). Guaigua Silva (2024, pp. 16) destaca el papel del LiDAR para la visualización a gran escala de estructuras ocultas bajo la densa vegetación amazónica, logrando identificar patrones de distribución y morfología de los sitios arqueológicos.

Gráfico 4: Mapa topográfico del área de estudio del proyecto “Características generales del paisaje cultural arqueológico del Valle del Alto Upano en un área de 300 km²”



Nota. Principales ciudades y vías de comunicación actuales (rojo y negro), sitios arqueológicos conocidos con anterioridad (hexágono azul, punto verde y punto naranja) y nuevas zonas reconocidas por el proyecto (amarillo, triángulo rosa, rectángulo naranja y punto azul oscuro). Adaptado de A. Ramón (2015), tomado de Sánchez-Polo y Álvarez Litben (2023, pp. 5).

Para que los arqueólogos pudieran interpretar los Modelos Digitales del Terreno (MDT), fue necesario realizar un procedimiento previo, puesto que un levantamiento LiDAR, inicialmente genera un conjunto tridimensional de millones de puntos. Y, a pesar de que la nube de puntos representa la superficie terrestre y sus características, resulta imposible interpretarla directamente sin un procesamiento adecuado; en el caso de los 300 km² analizados, el objetivo de el “Procesamiento de datos obtenidos durante el levantamiento aéreo Superficie Upano-Mera” (Technoproject, 2015, pp. 1), fue generar datos espaciales precisos y adecuados para la identificación y mapeo de objetos arqueológicos. Asimismo, los modelos preliminares presentaban limitaciones debido a su falta de detalle y errores de clasificación automática, por ende, se hicieron uso de herramientas especializadas como Terrasolid, TerraScan y TerraModeler, integradas con Bentley Microstation, complementadas por Global Mapper, las cuales permitieron procesar bloques de puntos digitales de 1 km² generados durante los vuelos iniciales dando como resultado una base de datos refinada para su posterior análisis (Technoproject, 2015).

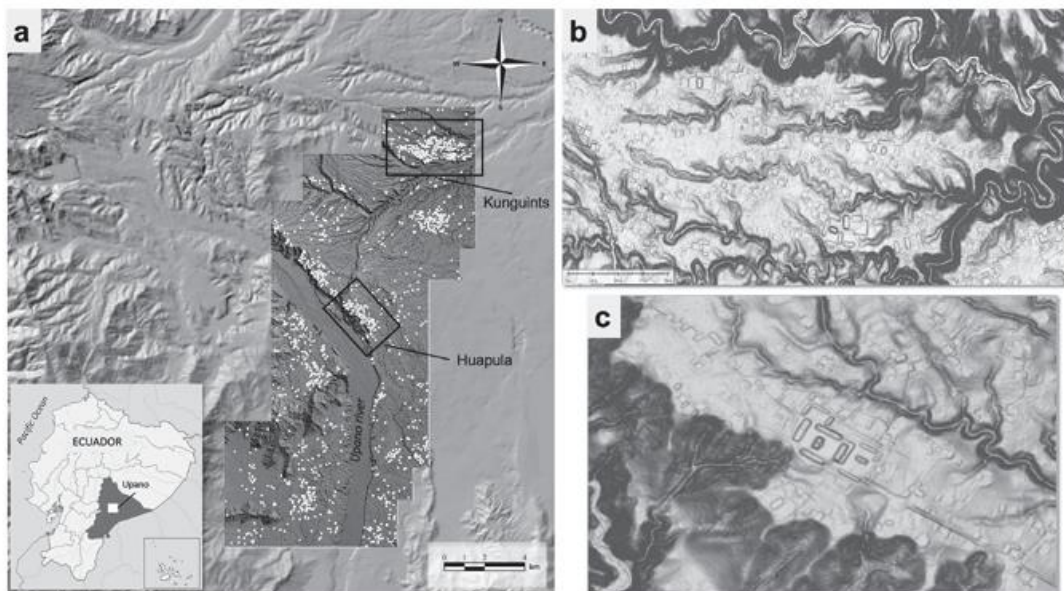
El procesamiento fue depurado en primera instancia con una clasificación automática inicial, para separar puntos de "Terreno" (superficie del suelo desnudo) y "No Terreno" (por encima de la superficie del suelo), en segundo lugar, realizaron una clasificación manual con el objetivo de corregir errores en áreas de vegetación densa y estructuras arqueológicas como plataformas. Según los autores, la clasificación manual hizo posible ajustar las reflexiones láser mal interpretadas por el algoritmo, dando como resultado una representación más fiel al relieve real; este procedimiento resultó en MDT's con resoluciones de 0.5 m, 1 m y 5 m., donde los MDT's de 5m de resolución fueron utilizados para analizar estructuras arqueológicas específicas, mientras que los de menor resolución se aplicaron en estudios geológicos y geomorfológicos respectivamente (Technoproject, 2015). Finalmente, a los datos ya procesados se los organizó en cuadrantes de 1 km², acompañados con nubes de puntos en formato estándar (.las) y ortofotos a resolución de 30 cm., de esta forma la identificación de objetos arqueológicos fue posible. (Technoproject, 2015).

Lo primero que llamó la atención de los investigadores fue el hallazgo del sitio Najempaim/Kunguints, un macroasentamiento descubierto al noreste del área mapeada, que abarca aproximadamente un área de 10 km² con más de un millar de plataformas y dos caminos principales que lo atraviesan (Prümers, 2017, pp. 67; Sánchez-Polo &

Álvarez Litben, 2023; Guaigua Silva, 2024); esto, sumado a la interpretación de otros sitios, permite a los arqueólogos identificar patrones que sugieren paisajes culturales planificados, donde los principales asentamientos muestran una organización espacial interna específica, lo que refleja un alto grado de planificación social y cultural (Pazmiño, 2021).

Para Pazmiño (2021) los MDT's han ayudado a identificar patrones de distribución producto de una compleja organización interna en los pueblos, revelando cambios en la perspectiva sobre los modelos de asentamiento, desafiando la idea de que el Sitio Huapula, era el único gran centro arqueológico de la región del Upano, dado que la información proporcionada por las imágenes LiDAR sugiere una transformación del paisaje que puede compararse con un proceso de urbanización, evidenciado por la presencia de grandes asentamientos nucleados denotando una planificación espacial compleja y coordinada (Pazmiño, 2021, pp. 138).

Gráfico 5: Identificación de Montículos y Modelos de Elevación Digital (LiDAR) en los Yacimientos de Huapula y Najempaim/Kunguints



Nota. A. Muestra un mapa general del área de estudio con los montículos de tierra (puntos blancos) identificados mediante LiDAR y los principales grupos de montículos delimitados en rectángulos. B. Modelo de elevación digital (LiDAR) del yacimiento de Kunguints, resaltando su disposición topográfica y patrones de ocupación. C. Modelo de elevación digital (LiDAR) del yacimiento de Huapula, evidenciando estructuras rectangulares y su relación con el entorno topográfico inmediato. Adaptado de Pazmiño (2021, pp. 137).

Este autor hace énfasis en como las imágenes LiDAR permiten vislumbrar el diseño de plazas y caminos, llevándole a la hipótesis de que estos fortalecían los lazos comunitarios, convirtiéndose en un elemento clave del sistema sociopolítico. Asimismo, a escala regional, estas redes de caminos conectaban diversos asentamientos, configurando un paisaje integrado, reflejo de una estrategia coordinada en la organización del territorio (Pazmiño, 2021).

Por otra parte, Rostain et al. (2024), en su artículo “*Two Thousand Years of Garden Urbanism in the Upper Amazon*”, destacan cómo el uso de LiDAR ha ampliado el alcance del análisis de datos de campo. Parte del enfoque de este estudio, estuvo dirigido hacia los "espacios" entre los asentamientos y la red de caminos prehispánicos, en lugar de las características internas de los sitios que habían sido documentadas en trabajos previos. Su metodología se basó en múltiples visualizaciones de las imágenes LiDAR, donde su criterio para separar elementos prehispánicos de modernos fue su concepción de orientación y coherencia espacial. Esto tiene sentido para interpretaciones preliminares, sin embargo, es recomendable complementar las interpretaciones con corroboraciones en campo, considerando que gran parte de los sitios no se encuentran bajo el dosel del bosque sino en grandes pastizales intervenidos cientos de años después de la creación de las plataformas. Dos opciones pueden ser: prospección in situ mediante la definición de zonas de interés y la consulta a la comunidad sobre posibles modificaciones modernas (Álden Yépez, comunicación personal 2024).

Rostain et al. (2024) argumentan que el Valle del Upano refleja una suerte de modelo de urbanismo agrario dinámico, debido a la relación entre las áreas residenciales y agrícolas, desafiando la visión de una Amazonía prístina (Velasco Albán, 2021; Rostain et al., 2024), donde la uniformidad en la arquitectura, la integración de espacios ceremoniales con viviendas, junto con el uso de áreas intermedias para la agricultura, indica que estos elementos coexistieron en una red integrada en una misma temporalidad. Sin embargo, mencionan que la intervención humana en el Valle del Upano, reflejada en su alta densidad de población, paisajes transformados y organización regional, se asemeja a las grandes civilizaciones como: las Tierras Bajas Mayas, Teotihuacán y Giza; especialmente en la escala de sus centros ceremoniales y estructuras monumentales. Por esta razón, Sánchez-Polo, Álvarez Litben y Valdez (2024) consideran que estas comparaciones que restan originalidad a las sociedades amazónicas al enfocarse en aspectos formales sin evaluar la inversión de trabajo; además, de la falta de análisis sobre

la estructura social, instando a enfoques que respeten la especificidad de estas comunidades.

Luego de realizar una tipología y un análisis morfológico de las estructuras arqueológicas, Sánchez-Polo y Álvarez Litben (2023), destacan la monumentalización del paisaje como un elemento clave en la configuración regional del Alto Upano. Donde el movimiento masivo de tierra para la modificación del entorno sugiere un esfuerzo consciente por hacer visibles los asentamientos humanos, siguiendo la propuesta de Criado Boado (2012); donde la construcción de plataformas de gran magnitud se constituye como una forma de domesticar y humanizar el territorio, modificándolo deliberadamente para establecer un paisaje cultural distintivo (Criado Boado, 1989; Sánchez-Polo & Álvarez Litben, 2023, pp. 29).

Sánchez-Polo & Álvarez Litben (2023) creen que las transformaciones a gran escala del paisaje en el Valle del Upano podrían constatar un fenómeno complejo y diacrónico; esta idea presentada en el artículo titulado "Un paisaje monumental prehispánico en la Alta Amazonía ecuatoriana: primeros resultados de la aplicación de LiDAR en el Valle del Upano" se justifica, ya que las estructuras identificadas como: colinas truncadas y plataformas monumentales, podrían no ser contemporáneas entre sí, sugiriendo variabilidad en el proceso de ocupación y construcción; idea similar de lo que se ha identificado en otros contextos amazónicos, como los Llanos de Mojos y Acre, donde se manifiestan patrones recurrentes como: camellones, plataformas y canales anulares (Lombardo et al., 2011; Iriarte et al., 2021). A pesar de esto, las autoras destacan el papel de las excavaciones para determinar cronologías específicas y esclarecer su posible relación funcional y temporal (Sánchez-Polo & Álvarez Litben, 2023, pp. 26–27).

1.2.6 Tipologías y Nombres de los Sitios Arqueológicos: Clasificación, Morfología y “Funcionalidad”

1.2.6.1 Creación y Transformación de Tipologías: De la Brújula al LiDAR

La primera tipología elaborada para la Arqueología del Alto Upano fue realizada por Pedro Porras (1987), quien se dio a la tarea de clasificar las plataformas del sitio, al que denominó Sangay, actualmente conocido como Huapula. El arqueólogo describe estas estructuras como "pirámides truncas", clasificándolas en tres categorías principales basadas en sus dimensiones y características funcionales: en primer lugar, identifica las pirámides comunes, que son las más frecuentes en su clasificación, promediando una base

de 20 x 10 metros y una altura inferior a 3 metros; en segundo lugar, están las pirámides grandes, que pudieron haber tenido un uso más significativo en términos funcionales o ceremoniales, alcanzando dimensiones de 21 a 30 metros de largo por 11 a 15 metros de ancho y una altura de entre 3 y 4 metros; y en tercer lugar, las pirámides con un promedio de más de 31 metros de largo, 15 metros de ancho y 4 metros de altura son clasificadas como monumentales, estando normalmente asociadas al patrón de asentamiento 4 y 4+1 (Porras, 1987; Velasco Albán, 2016).

Vemos cómo de esta manera, este arqueólogo presta particular atención a las “pirámides truncas”, incluso en el sitio Huapula, Pedro Porras, numera 180 de estas estructuras las cuales agrupa en 25 subcomplejos; sin embargo, en su croquis se encuentran 26 subcomplejos. Tiempo después, Salazar (1998) señala que muchos de estos montículos eran naturales o inexistentes; además, modifica el croquis de Porras, sectorizando su mapeo para, según Salazar, “visualizar mejor” (p. 226). Es importante conocer estos aportes, ya que observamos cómo las tipologías iniciales, y por ende la interpretación del sitio Huapula, estuvieron mayormente enfocadas en la “cultura de montículos” (Guaigua Silva, 2024, p. 37), donde Porras se caracterizó por asociar estas estructuras con creencias religiosas.

Adicionalmente, Porras (1987) clasifica las formas que identifica, proponiendo clases de pirámides en L, Y, herradura y C. En el Sitio Arqueológico Huapula, Porras describe cinco conjuntos piramidales con el patrón 4 o 4+1, señalando que éstas estaban estratégicamente conectadas mediante amplias avenidas de más de 6 metros de ancho, que superaban los 800 metros de longitud y presentaban un desnivel superficial cercano a 80 cm (Porras, 1987; Velasco Albán, 2016). Es decir, que la comunicación entre montículos constituyó una parte importante de la dinámica de asentamiento, por lo que muchos elementos lineales fueron clasificados como avenidas, caminos y calles (Velasco Albán, 2016, p. 69).

No hay que dejar pasar que lo que actualmente se conoce como plaza, en los primeros trabajos se denominó “patios o canchas” (Porras, 1987), las cuales, junto con el patrón de asentamiento, formaban conjuntos piramidales caracterizados por ser espacios vacíos de forma cuadrangular (Sánchez-Polo & Álvarez Litben, 2023), de una manera u otra, la configuración estructural de la plaza, la plataforma y del canal o zanja es la característica para la descripción de los sitios monticulares de Upano (Velasco Albán, 2016).

Salazar (1998), también propone una tipología basada en la relación entre montículos, caminos y plazas. Ya que define a un "complejo" como un agrupamiento homogéneo de estructuras (plazas y plataformas) divididas por terrenos vacíos o accidentes topográficos (Velasco Albán, 2016, pp. 73; Salazar, 1998; 2000). Se destaca la organización espacial de los sitios, donde para el autor son clave los sistemas viales complejos, estos incluyen caminos cavados en forma de U con dimensiones variables según su "importancia y las condiciones del terreno" (Salazar, 1998, p. 230; Rostain et al., 2024). Su principal función fue facilitar la conexión entre complejos y áreas interiores, evidenciado en las pendientes acondicionadas con paredes de hasta 4 metros para facilitar el tránsito hacia quebradas (Salazar, 1998, p. 230).

De esta forma vemos que la tipología siempre estuvo influenciada principalmente por las condiciones físicas y funcionales de las estructuras; incluso, en su esfuerzo por sustentar la idea de "caminos", Salazar señala que excavar estos en la tierra amarilla de la región habría generado problemas de transitabilidad, debido a la naturaleza resbalosa de la arcilla, aunque factores como la vegetación o la acción del sol pudieron haberlos hecho más funcionales con el tiempo (Salazar, 1998, p. 232). Hay que reconocer que fue el primero en sistematizar una terminología, incluyendo términos como "montículo", definido como una elevación artificial de tierra; "plataforma", un montículo con planicie en la cima; y "plaza", un espacio bajo delimitado por montículos o caminos. Además, se incluyen características como "pendiente acondicionada", cortada por acción humana, y "camino cavado", zanjas artificiales bordeadas por rebordes (Velasco Albán, 2016, p. 74). A pesar de estas definiciones, muchos trabajos posteriores se dieron la libertad de clasificar los rasgos arqueológicos con diversas tipologías.

Con el LiDAR las tipologías incrementaron sus elementos, basándose en la clasificación detallada de las estructuras y sus configuraciones espaciales. Rostain et al. (2024) clasifica los rasgos arqueológicos del paisaje prehispánico en función de su morfología y posible funcionalidad con el fin de evidenciar modelos de urbanismo amazónico. Y, al igual que todos los investigadores que trabajaron la zona, se habla de una compleja red de caminos y senderos que conecta sistemáticamente los complejos arqueológicos. Estos caminos se clasifican en excavados rectos, en zonas montañosas, calzadas elevadas y senderos en quebradas, reflejando adaptaciones al entorno para facilitar la movilidad, como en las rutas de Uyunts-Jurumbuno y Kilamope-Kunguints/Najempaim, que alcanzan hasta 25 km (Rostain et al., 2024). Además,

destacan los elementos agrícolas como los campos drenados, delimitados por zanjas conectadas a canales de drenaje que optimizan el manejo del agua en un clima lluvioso, y las terrazas, ubicadas en laderas con sistemas de drenaje paralelos.

La tipología más completa y mejor estandarizada se encuentra en el artículo titulado “Un paisaje monumental prehispánico en la Alta Amazonía ecuatoriana: primeros resultados de la aplicación de LiDAR en el Valle del Upano”. Luego de identificar 7.928 anomalías, definidas como "fenómenos irregulares que aparecen en el relieve natural y que sobresalen en el suelo físico como rasgos recurrentes" (Woolfson Touma, 2016, pp. 49-50; Sánchez-Polo & Álvarez Litben, 2023), se las clasificó en tres niveles, primero como estructuras elementales para en su conjunto ser complejos arqueológicos y poblados (Technoproject, 2015, pp. 32-48; Sánchez-Polo & Álvarez Litben, 2023). Este proceso, constituye una buena metodología, ya que primero se hizo un análisis detallado del terreno para distinguir configuraciones geomorfológicas naturales de aquellas alteradas intencionalmente por actividades humanas, lo cual permitió identificar patrones geométricos recurrentes y relieves modificados, como cimas o pendientes transformadas de manera consistente (Sánchez-Polo & Álvarez Litben, 2023). Posteriormente, las irregularidades detectadas fueron clasificadas en anomalías simples positivas (que implican acumulaciones de tierra), negativas (asociadas a remociones como zanjas) y en patrones de asociación más complejos, como macroasentamientos, describiendo por primera vez su variabilidad categórica (Technoproject, 2015; Sánchez-Polo & Álvarez Litben, 2023).

Esta tipología, aunque también considera las posibles funciones de las estructuras arqueológicas, se distingue por centrarse principalmente en la morfología. Es la más extensa y fundamentada dentro del repertorio disponible, lo que le confiere un mayor nivel de precisión y aplicabilidad en el análisis arqueológico, por esta razón, la presente investigación adoptará esta tipología como marco de referencia para la identificación y clasificación de los rasgos arqueológicos detectados, garantizando un análisis coherente y detallado de las estructuras analizadas.

Cuadro 1: Resumen de los subtipos reconocidos en el análisis de anomalías en el Valle del Upano

1. Estructuras elementales	A. Plataformas simples	A1. Cuadrada
		A2. Rectangular
		A3. Alargada
		A4. Ovalada
		A5. Irregular
	B. Plataformas compuestas	B1. En L
		B2. En T
		B3. En U
	C. Plataformas compuestas de varios niveles	C1. Alargada+cuadrada
		C2. Alargada con resaltes
		C3. Rectangular escaleriforme
	D. Colinas con cimas truncadas	D1. Simple
		D2. Compuesta con una plataforma sobre la cima
		D3. Montículo
	E. Espacios transformados	E1. Plaza
		E2. Plazoleta
		E3. Terraza
	F. Elementos añadidos	F1. Conexiones
		F2. Rampas
	G. Elementos lineales	G1. Terraplén
G2. Pendientes cortadas		
G3. Caminos		
G4. Fosos		
G5. Canales y drenajes		
2. Complejos arquitectónicos	Plataformas y fosos	
	Colinas truncadas y fosos circulares	
	Solo fosos	
3. Asentamientos	Varios complejos organizados	
4. Macro asentamientos	Más de 100 plataformas organizadas espacialmente	

Nota. Tipología basada en la clasificación de estructuras elementales, complejos arquitectónicos, asentamientos y macroasentamientos. Este esquema permite diferenciar relieves naturales de aquellos modificados intencionalmente por actividades humanas, clasificando las anomalías en positivas (acumulaciones) y negativas (remociones), y organizándolas en patrones complejos. Tomado y adaptado de Sánchez-Polo (2022) y Sánchez-Polo y Álvarez Litben (2023, pp. 11).

1.2.6.2 Sitios Arqueológicos

Desde las primeras investigaciones, los sitios arqueológicos han recibido nombres basados en diversas razones; por ejemplo, el sitio “Sangay” fue nombrado en honor al volcán cercano, “Casa Vieja” por una antigua construcción en la zona, y los sitios “Mau-1”, “Mau-2” y “Mau-3” por el altiplano de Mau, asociado a un pantano local. Salazar

(1998) también hizo uso de la toponimia local, como: “Domono”, “La Providencia” y “El Carmen”, reflejando aspectos culturales más contemporáneos. Sin embargo, también propuso entender estas sociedades como una "cultura ribereña" (p. 224), mientras que Guaigua Silva (2024) las describió como parte de una sociedad hidráulica, lo que destaca la relación entre el agua y los patrones de asentamiento.

Siguiendo esta lógica, en los últimos años se ha propuesto nombrar los sitios según los cuerpos de agua cercanos, ya que las cuencas hidrográficas delimitan espacios siendo esenciales para los asentamientos precolombinos; ejemplos de esta nomenclatura incluyen a “Huapula”, bautizado por el Río Huapula (Salazar, 1995), “Jurumbaino”, por el río homónimo (Yépez, 2013), y “Ampush Alto” y “Ampush Bajo”, en relación con el Río Ampush (Guaigua, 2024), etc.; según Guaigua (2024), este enfoque evita usar nombres de urbanizaciones modernas y reconoce que los asentamientos históricos se ubicaban estratégicamente cerca de fuentes de agua, reafirmando su relevancia como factor determinante en la organización espacial.

De igual forma, resulta clave la categorización de los sitios arqueológicos para comprender su organización, relación con el entorno y posible jerarquía. Las escalas de jerarquización han estado caracterizadas por el volumen de estructuras dentro de un área y la monumentalidad de sus plataformas; la escala más pequeña está compuesta por los 1,207 complejos arquitectónicos identificados en el área de 300 km², éstos, previamente descritos, conformarían la unidad básica organizada en el paisaje (Sánchez-Polo & Álvarez Litben, 2023). Estos complejos se agrupan en 30 asentamientos, que conforman unidades diferenciadas del entorno, de los cuales 25 se localizan en la cuenca del Upano y 5 en la del Chiguaza (Sánchez-Polo & Álvarez Litben, 2023). A una escala mayor se encuentran los macroasentamientos definidos como grandes asentamientos con más de 100 estructuras o como conjuntos de asentamientos interrelacionados mediante caminos, topografía y cuencas hidrográficas. En total se identificaron 10 macroasentamientos (Sánchez-Polo & Álvarez Litben, 2023); por otro lado, Rostain et al. (2024) propone una clasificación de asentamientos basada en tres criterios principales: la densidad de elementos, el tamaño de las plataformas cívico-ceremoniales y las conexiones con otros complejos. Como resultado, se clasificaron quince asentamientos en dos categorías: cinco sitios principales, definidos como centros grandes y/o densos, y diez sitios secundarios que presentan menor tamaño o densidad, pero mantienen vínculos con los principales.

1.3 Problema de investigación

Las investigaciones arqueológicas en el Valle del Upano se han centrado principalmente en el análisis de plataformas artificiales y tradiciones cerámicas, buscando establecer cronologías mediante estudios funcionales y tipológicos. Sin embargo, este enfoque ha relegado aspectos esenciales, como la interacción entre la morfología del terreno y las dinámicas culturales. La configuración del paisaje cultural ha sido analizada de forma fragmentada e interpretada como un conjunto de fenómenos locales, sin integrar plenamente las relaciones entre las estructuras construidas y el entorno. En el sitio arqueológico Huapula, esta desconexión se refleja en la falta de estudios que consideren integralmente el impacto del agua lluvia y la pendiente natural en la configuración de las estructuras y los sistemas hidráulicos.

El paisaje del Alto Upano presenta una interacción compleja entre la sociedad y el entorno, donde fenómenos climáticos, geomorfológicos y ecológicos han moldeado los patrones de asentamiento durante al menos 2.400 años. Con una pluviometría que supera los 4.000 mm anuales, las sociedades prehispánicas desarrollaron dispositivos hidráulicos y sistemas de drenaje que, hasta ahora, han sido analizados de forma aislada. La falta de integración entre factores topográficos, suelos y las ubicaciones específicas de los sitios limita la comprensión de cómo estas comunidades gestionaron su entorno para optimizar el manejo del exceso de agua lluvia.

La predominancia del análisis de las condiciones físicas de las estructuras sobre sus relaciones sociales y ecológicas, enfocadas en patrones a manera de disposición de estructuras arquitectónicas entre sí, ha obstaculizado una visión del paisaje como una unidad dinámica influenciada por procesos culturales y naturales. En Huapula, aunque se han identificado zanjas, canales y montículos integrados a redes viales, persiste un vacío en el análisis de cómo estos sistemas interactúan con su entorno. Esta visión fragmentada subraya la necesidad de enfoques interdisciplinarios que aborden el manejo del agua desde una perspectiva cultural y ecológica.

La investigación propuesta busca superar estas limitaciones mediante la integración de herramientas digitales, como Modelos Digitales de Terreno (MDT) derivados de LiDAR, y enfoques transdisciplinarios que combinan Arqueología, Ecología y SIG. Este análisis explorará las estrategias de gestión del paisaje desarrolladas por las sociedades prehispánicas en un entorno de alta pluviometría, con suelos susceptibles a la

saturación de agua, evidenciando procesos de transformación del paisaje y su relación con la pendiente del terreno y las unidades geomorfológicas. Este enfoque constituye una aproximación inicial para comprender la configuración del paisaje cultural del Alto Upano como un sistema dinámico, resultado de la interacción entre procesos humanos y naturales a lo largo del tiempo, donde el agua, la geomorfología y la cultura dialogaron para la constitución de un paisaje cultural.

1.4 Pregunta de investigación

¿Cómo estaban diseñados y distribuidos los sistemas de manejo del agua lluvia en el Alto Upano durante la fase cultural “Upano” (1400 a.C - 1000 d.C), considerando su interacción con las características topográficas a lo largo de la cuenca del Río "Huapula" durante este período?

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Analizar el funcionamiento de las unidades geomorfológicas en relación con los sistemas para la conducción del exceso de agua lluvia en los sitios arqueológicos ubicados en la cuenca del Río “Huapula”.

1.5.2 Objetivos específicos

1. Identificar la relación de la pendiente del terreno con posibles dispositivos hidráulicos, haciendo uso de MDT (Modelos Digitales de Terreno) realizados en el año 2015 y herramientas de análisis digital de los sitios arqueológicos ubicados en la cuenca hídrica del Río “Huapula”.
2. Examinar la geomorfología del terreno y su relación espacial con los posibles sistemas hidráulicos en los sitios arqueológicos a lo largo de la cuenca hídrica del Río Huapula, haciendo uso de MDT (2015 y 2023).
3. Evaluar la influencia de los factores hídricos y topográficos en la distribución y diseño de las estructuras arquitectónicas en la cuenca hídrica del Río “Huapula”, mediante el uso de herramientas de análisis geoespacial.

2. CAPITULO II: Marco Teórico

2.1 Interacción Ser Humano-Entorno: Un Enfoque desde la Ecología Histórica

Existen diversos enfoques para analizar la relación entre el ser humano y su entorno. Uno de estos es la ecología histórica, la cual tiene sus raíces en una larga tradición de estudios que buscan entender esta dinámica. Inicialmente, este interés se restringió a las ciencias naturales y físicas; sin embargo, con el tiempo se diversificó. No es hasta el siglo XX cuando las ciencias sociales comenzaron a incorporar modelos ecológicos en sus enfoques, donde la contribución más influyente fue la de Julian Steward con su propuesta de la Ecología Cultural (Steward, 1955; Torres Jiménez, 2017). Este enfoque, de carácter adaptacionista, planteaba que entornos similares tienden a generar respuestas culturales comparables. Es decir, que las estrategias humanas son intentos de resolver problemas impuestos por las limitaciones ambientales (Balée, 2013). De esta forma, vemos el interés por el aspecto funcional de la cultura, sin embargo, esta perspectiva se limitaba a considerar los aspectos culturales como una respuesta adaptativa pasiva, sin tomar en cuenta el papel activo de las sociedades en transformar su entorno, dándose un fenómeno de gestión del entorno antes que una adaptación (Balée, 2013).

Crumley (2010) responde a estas limitaciones, redefiniendo el concepto de "medio ambiente" y describiéndolo como una construcción del paisaje donde se integran tanto el entorno natural como las modificaciones culturales. Desde esta perspectiva, los humanos no constituyen componentes pasivos del ecosistema, sino agentes transformadores (Torres Jiménez, 2017). Estas ideas están influenciadas por los postulados de la ecología de paisajes y la Antropología histórica, los cuales critican la distinción tradicional entre paisajes naturales y humanizados, así como el enfoque sincrónico y equilibrado de estudios previos¹. De esta forma, la Ecología Histórica propone analizar las relaciones sociedad-entorno en secuencias temporales diversas, considerando el paisaje como una unidad de análisis que refleja tanto la acción cultural como los procesos ecológicos (Rodríguez et al., 2014; Dietz, 1998).

¹ A diferencia de la ecología evolutiva, que asume un equilibrio estático y estrategias óptimas seleccionadas por presiones ambientales bajo un enfoque sincrónico, limitado al estudio de fenómenos en momentos específicos sin considerar su evolución histórica, y equilibrado, que presupone la armonía de los sistemas, la ecología histórica reconoce las relaciones dinámicas entre los humanos y su entorno. Estas interacciones, influenciadas por factores políticos, sociales y culturales, evolucionan a lo largo del tiempo, dejando rastros físicos de la actividad humana en los paisajes.

La ecología histórica se constituye como un enfoque integrador que examina las interacciones entre los humanos y su entorno a lo largo del tiempo, considerando a la cultura como un componente clave de todos los ecosistemas (Crumley, 2020). Esto hace que se pueda ampliar la noción tradicional de ecología para incluir elementos tecnológicos, culturales, simbólicos, económicos y políticos que interactúan en el medio ambiente, proponiendo una visión holística de la relación humano-ambiental (Serrano, 2017).

Podemos definir a esta corriente como transdisciplinaria, ya que utiliza un marco práctico basado en conceptos flexibles e incorporando métodos, teorías y datos provenientes de diversas disciplinas, como la Arqueología y otras humanidades, la Ecología, la Geografía, la Geología, la Biología y Tecnologías digitales (Crumley, 2020; Martínez, 2009). De esta forma, este marco permite construir narrativas sustentadas por una gran diversidad de herramientas teórico-metodológicas, explicando la evolución de los paisajes a través de escalas espaciales y temporales amplias (López & Cano, 2008). Además, integra tanto las esferas biofísicas como sociales, proporcionando un análisis complejo y adaptable, y evitando enfoques rígidos o demasiado simples (Balée et al., 2020).

Un aspecto central de la Ecología Histórica es su interés en el paisaje, el cual se concibe como el resultado material de las interacciones entre naturaleza y cultura. Desde esta visión, un paisaje modificado no puede volver a su estado “original”, convirtiéndose en un registro tangible que evidencia decisiones, prácticas y concepciones humanas (Balée & Erickson, 2006). Es decir, la Ecología Histórica rastrea estas relaciones dialécticas, entendiendo el paisaje como la unidad de análisis fundamental, donde se reflejan tanto los procesos humanos como los naturales.

Teóricamente, se incorporan ideas del materialismo histórico y del concepto de paisaje como "objeto híbrido", inspirado en la teoría de Bruno Latour. Desde esta perspectiva, se rechazan las distinciones dualistas entre sociedad y naturaleza, proponiendo una ontología monista que reconoce la relación dialéctica entre ambas esferas (Crumley, 1994; Rodríguez et al., 2014). Incorporando un enfoque espacial y temporal que abarca desde los eventos puntuales hasta las tendencias de larga duración. Esto es una influencia de la escuela de los Annales, la cual analiza los *événements*, las

conjonctures y la *longue durée*² para comprender las interacciones complejas entre los procesos humanos y naturales en diversas escalas (Crumley, 2020).

En cuanto a los principios clave, podemos decir que la Ecología Histórica se fundamenta en conceptos como escala, diversidad y región. La escala, ya sea espacial, temporal o social, constituye el nivel de análisis que organiza el estudio de estos sistemas. La correcta selección de la escala es esencial, pues una escala inadecuada podría omitir patrones críticos o variaciones importantes (Crumley, 2020). Por otro lado, el concepto de diversidad hace referencia a la variedad cultural, biológica o social dentro del sistema que se está analizando, esto ofrece una visión integral de las dinámicas presentes. Por último, es importante seleccionar una región para delimitar el área geográfica en la que interactúan las comunidades humanas y sus entornos (Crumley, 2020).

Vemos entonces como desde esta perspectiva se analiza la interacción humano-entorno como sistemas complejos, dinámicos e interconectados. Donde se reconoce que los cambios históricos en las sociedades humanas son el resultado de múltiples factores que operan en diferentes escalas temporales y espaciales (Crumley, 2020). Evitando explicaciones de carácter reduccionista basadas en una única causalidad para un fenómeno. De esta manera es posible identificar cambios de régimen, definidos como transformaciones profundas en la estructura del sistema (Crumley, 2020; Fernández, 2023). Por ende, el estudio de estos cambios profundos nos puede ayudar a identificar patrones ligados a como las sociedades pretéritas gestionaron su entorno.

2.1.1 Paisaje y agencia

El espacio donde interactúan los sistemas biofísicos y la actividad humana se denomina paisaje, siendo un eje central en la Ecología Histórica. A diferencia del enfoque tradicional de "sitio arqueológico", que tiende a limitarse a áreas reducidas con el peligro de caer en un reduccionismo espacial y, por ende, en una visión fragmentada de la cultura, el estudio del paisaje amplía la unidad de análisis. Este enfoque se centra en la interacción de los componentes del paisaje, incluyendo, por ejemplo, zonas de producción agrícola, manejo del agua, espacios rituales y su relación con el medio ambiente (Delgado, 2017;

² La escuela Annales propuso que los procesos históricos operan en diferentes escalas temporales:

- Événement (eventos): sucesos puntuales y específicos.
- Conjoncture (contexto cultural e histórico): condiciones económicas, sociales y políticas que enmarcan los eventos.
- Longue durée (larga duración): tendencias estructurales y procesos de largo plazo que moldean sociedades y paisajes, como cambios en el uso del suelo o la adaptación tecnológica.

Crumley, 1990). De esta manera, el paisaje puede concebirse como un "texto", donde las huellas culturales acumuladas a lo largo del tiempo funcionan a manera de "escritura", formando palimpsestos de ocupaciones y transformaciones superpuestas³ (Baleé & Erickson, 2006). Estas transformaciones son procesos acumulativos de *longue durée*, donde la actividad humana altera de manera continua y significativa el entorno; no pueden verse como eventos aislados (Delgado Espinoza & Vásquez Pazmiño, 2016).

De igual forma, la Ecología Histórica se contrapone a la percepción de entornos "prístinos", ya que postula que los paisajes son el resultado de procesos de domesticación (Balée, 2006; Balée, 2010). Es decir, transformaciones culturales intencionales que responden a estrategias de manejo de recursos y usos del suelo. Por tal razón, este enfoque incorpora herramientas digitales, como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), con el objetivo de reconstruir y analizar estas huellas paisajísticas, integrando evidencia arqueológica, histórica y ambiental (Erickson, 1996; Delgado, 2017).

La agencia humana es otro concepto fundamental ya que reivindica la capacidad de los seres humanos para poder tomar decisiones intencionales y generar transformaciones significativas en el entorno (Baleé & Erickson, 2006; Torres Jiménez, 2017). Más allá de adaptarse pasivamente al medio, las sociedades pretéritas han desarrollado estrategias para gestionar los recursos y modificar el paisaje (Baleé & Erickson, 2006). El paisaje, entonces, se constituye como una unidad multiescalar, diacrónica y holística⁴, en la cual las acciones humanas intencionales y no intencionales se integran en una relación recíproca con los sistemas biofísicos (Crumley, 2020; López & Cano, 2008).

En este sentido, Balée (2013) destaca que las culturas indígenas han dejado una huella duradera en los tipos de vegetación y bosques de la Amazonía, evidenciada por la construcción de campos elevados, zanjas y montículos en regiones como Ecuador, Bolivia, Colombia, Brasil, Venezuela y las Guayanas. Esto representa una respuesta

³ La "Casa Huapula", encontrada en el complejo XI, es un ejemplo de palimpsesto, ya que, según Rostain (2023), se evidencian capas superpuestas de ocupación y transformación. Estas abarcan desde su construcción inicial por la cultura Upano (200 a. C. - 300/600 d. C.) hasta su reutilización por la cultura Huapula (800 - 1200 d. C.), mostrando cambios históricos acumulativos en el paisaje y en las prácticas habitacionales, que representan diferentes momentos socioculturales.

⁴ Multiescalar porque analiza el paisaje en diferentes escalas espaciales (local, regional, global) y temporales (corto, mediano y largo plazo), permitiendo ahondar en detalles específicos y en patrones más amplios. En segundo lugar, diacrónica puesto que estudia los cambios en el paisaje a lo largo del tiempo. Finalmente, holística debido a que integra todos los aspectos del paisaje.

adaptativa a problemas de drenaje deficiente, demostrando la capacidad de estas sociedades para innovar en la gestión de entornos con ciertas “limitaciones”.

Diversos estudios aseguran que los pueblos que habitaron las regiones amazónicas modificaron activamente el paisaje durante milenios (Mann, 2007). Neves y Petersen sostienen que los habitantes amazónicos practicaron un manejo de bajo impacto sobre el entorno desde hace al menos 13.000 años, evolucionando hacia prácticas intensivas hace aproximadamente 3.000 años. Estas prácticas se evidencian en sistemas complejos que incluían campos semi-cultivados, huertos frutales, jardines domésticos y bosques gestionados. Con el tiempo, estas estrategias permitieron el surgimiento de asentamientos semi-permanentes que, a su vez, dieron paso a la formación de suelos antrópicos y *terras pretas do índio* (Mann, 2007; Velasco Albán, 2016). Es decir, suelos ricos en nutrientes creados y mantenidos por la acción antrópica

En cuanto a las dinámicas de gestión medioambiental en la Alta Amazonía, podemos decir que han sido moldeadas a lo largo de milenios, reflejando la interacción de las sociedades pretéritas con condiciones pedológicas, geomorfológicas y ambientales específicas, muy vinculadas con el cambio climático del pasado. Estas estrategias históricas contrastan de manera abrupta con las prácticas actuales, que muchas veces están desvinculadas del uso tradicional del territorio y orientadas hacia objetivos distintos (Young, 2021). Por ejemplo, el Sitio Huapula representa un caso claro de un paisaje construido, ya que las comunidades precolombinas modelaron activamente el terreno mediante la configuración de plataformas organizadas alrededor de plazas o espacios adecuados; tales intervenciones evidencian una considerable inversión de fuerza laboral y una planificación social compleja orientada a transformar el entorno en un paisaje culturalmente significativo (Delgado Espinoza & Vásquez Pazmiño, 2016), sin embargo, el uso de este espacio en la actualidad es muy diferente, ya que el Sitio Huapula se encuentra en una zona finquera destinada principalmente al pastoreo de ganado.

Asimismo, desde la perspectiva de la Ecología Histórica, Serrano (2017) resalta cómo los procesos geológicos del piedemonte amazónico, como la presencia de cenizas volcánicas, influyeron en la formación y ocupación de sitios arqueológicos. Los habitantes prehispánicos de estas regiones utilizaron de manera estratégica las geoformas y el suelo, acondicionando plataformas artificiales para diversos usos. Un aspecto clave es la presencia de suelos antrópicos, los cuales, como se ha mencionado, son un claro

indicativo de la capacidad humana para enriquecer y mantener el suelo a través de actividades acumulativas y sostenibles.

De forma general, podemos resaltar cómo estos hallazgos subrayan la importancia de un enfoque interdisciplinario en el que: la Arqueología, las ciencias de la tierra, la Antropología y las herramientas digitales, ofrecen explicaciones complementarias que superan los modelos deterministas clásicos (Serrano, 2017). La ecología histórica, en este sentido, permite comprender cómo las sociedades pasadas transformaron sus paisajes en sistemas complejos multifactoriales, destacando la agencia humana en la constitución de territorios.

2.1.2 Nuevas perspectivas

Hemos visto cómo la Ecología Histórica forma parte de la ciencia de la complejidad y, por ende, puede ser complementada por principios teóricos como los Sistemas Adaptativos Complejos (CAS), ya que estos ofrecen herramientas conceptuales para analizar sistemas dinámicos e impredecibles en la relación humano-entorno. Estos sistemas se caracterizan por múltiples agentes e interacciones no lineales, además de desafiar teorías tradicionales que asumían estados de equilibrio tras perturbaciones (Crumley, 2020; Van der Leeuw, 2012). De esta forma, surgen conceptos como la historia del sistema, las condiciones iniciales, la dependencia del camino y la emergencia, los cuales permiten entender cómo las sociedades humanas han evolucionado en interacción con su entorno, reconociendo que los cambios son producto de procesos acumulativos y multidireccionales. Uno de los aportes de esta perspectiva es su enfoque en la resiliencia, constituyéndose en un aspecto clave, ya que permite identificar sistemas que mantienen recursos críticos y funciones esenciales a pesar de las perturbaciones; esto aporta reflexiones importantes sobre la sostenibilidad y la adaptación al cambio ambiental en la *longue durée* (Crumley, 2020).

Desde esta óptica, los sistemas socioambientales se enfrentan a puntos de inflexión o crisis cuando las consecuencias no previstas superan la capacidad de adaptación del sistema, evidenciando la fragilidad de las interacciones humano-ambientales (Van der Leeuw, 2012). Al estudiar estos procesos, la ecología histórica reconstruye las dinámicas pasadas y plantea preguntas pertinentes sobre los desafíos relacionados con la sostenibilidad y la resiliencia en sistemas complejos (Crumley, 2020).

Hay que considerar que la teoría de la Ecología Histórica y sus nuevas perspectivas han estado influenciadas por el interés en entender la relación de los paisajes culturales con el agua. Uno de sus principales teóricos es Clark Erickson, quien trabajó en la Amazonia Boliviana. Este investigador asegura que las sociedades amazónicas prehispánicas transformaron y gestionaron extensas áreas mediante tecnologías hidráulicas, creando paisajes sostenibles y productivos. Sustentando su hipótesis en la huella humana en forma de sistemas de campos elevados, canales y montículos que garantizaron la regulación hídrica, permitieron la producción agrícola, la pesca y el acceso a recursos materiales (Erickson, 2000).

Es así como podemos asegurar que uno de los elementos más importantes que constituyen el paisaje es el agua. Gran parte de la tecnología desarrollada por las sociedades en la Amazonía procura el manejo del agua, de producir tecnologías para deshacerse de la misma en zonas con alta pluviosidad, así como de capturarla en áreas y épocas donde este recurso escasea (Delgado, 2017). Ante estas situaciones, tecnologías fueron desarrolladas, con modificaciones sustanciales dependiendo el contexto, ya que como se ha explicado, la Amazonía no puede ser considerada una región homogénea, sino un mosaico ecológico donde cada región dentro de esta ofreció oportunidades o limitaciones a las sociedades que tuvieron que lidiar con los recursos hídricos (Saavedra Arteaga, 2009).

2.2 Arqueología del Agua

La disciplina arqueológica, en su afán por conocer las dinámicas y el impacto del agua en las sociedades pretéritas, ha creado una subrama conocida como la Arqueología del agua, ésta se enfoca principalmente en estudiar las técnicas de obtención, suministro y tratamiento del agua (Marsal Aguilera, 2021). Aunque diversos enfoques la han caracterizado; desde sus inicios nos ha brindado herramientas teórico-metodológicas para tener una aproximación al desarrollo de diversos pueblos, haciendo especial énfasis en condiciones climáticas específicas y regiones estratégicas.

La Arqueología del agua ha tenido una evolución muy marcada, caracterizada por la diversidad de enfoques; inicialmente Grahame Clark (1944), se enfocó en la importancia de la gestión del agua desde un enfoque evolucionista, donde el progreso tecnológico era el principal interés. Se escribieron de esta manera obras relacionadas con la evolución tecnológica en el pasado, específicamente las obras hidráulicas.

Con el paso del tiempo, el enfoque de la Arqueología del agua se inclinó a tratar de entender la gestión de este recurso y su relación con la sociedad. En este punto, la Antropología tomó gran protagonismo, realizándose estudios en zonas desérticas y puntos estratégicos para controlar las principales cuencas fluviales. El objeto principal de este enfoque fue la comprensión de la complejidad económica, política y social de las denominadas “civilizaciones hidráulicas” (Evenari y Koller, 1956; Braemer y Davtian, 2009, pp. 45). Este afán por aproximarse a la “complejidad” introdujo el concepto de la denominada “hipótesis hidráulica” desarrollada por Karl Wittfogel (1955, 1956, 1957); esta hipótesis sostenía que el manejo y gestión del agua influía de manera directa en la complejidad sociopolítica, económica y el poder gubernamental en las sociedades. A pesar de las críticas y debates, esta teoría sigue siendo relevante en las discusiones modernas sobre la Arqueología del agua (Marsal Aguilera, 2021).

Los enfoques más recientes se han orientado a la tarea de incluir estudios más particulares sobre los sistemas descentralizados de gestión del agua. De esta forma, se toman en cuenta los aspectos culturales, económicos, funcionales y simbólicos para su uso (Schaan, 2008). Asimismo, como menciona Pizarro Berengena (2012), la investigación ahora abarca desde la integración social, económica y legal del agua en la sociedad hasta el análisis particular de las infraestructuras. Esta expansión en el enfoque también se ve reflejada en el contexto amazónico, evidenciado en los estudios de Clark Erickson.

El estudio de los sistemas hidráulicos muestra cómo las sociedades han logrado mantener una relación cercana con la naturaleza, algo que refleja el enfoque de la Ecología Histórica. Gonzales y Malpica (1995) destacan que estos paisajes, al ser transformados, se reordenan para responder a necesidades específicas. La gestión del agua sea pequeña o a gran escala, implica que las comunidades adapten su entorno de forma consciente, maximizando el uso del recurso. La captación, conducción y distribución del agua son procesos que no solo satisfacen demandas humanas, sino que también evidencian diferentes niveles de transformación del paisaje.

Las culturas hidráulicas amazónicas transformaron su entorno natural en paisajes culturales mediante prácticas sostenibles y tecnologías que reflejan una gestión y convivencia armónica con los ciclos naturales (Saavedra Arteaga, 2009). En la Amazonía boliviana, el uso de camellones evidencia cómo las comunidades de Moxos diseñaron sistemas para gestionar de manera integral las dinámicas ecológicas y climáticas de la

región. En lugar de resistir los eventos climáticos, estas estructuras permitían manejar el exceso de agua durante las crecidas fluviales y aprovechar su permanencia para mejorar la fertilidad del suelo, garantizando así la producción agrícola a gran escala. Además, este manejo orgánico del agua y el suelo promovió una sincronización entre las necesidades humanas y las condiciones ambientales, adaptando el medio a través de estrategias productivas sostenibles (Saavedra, 2013).

En cuanto a la Alta Amazonía podemos hacer referencia al complejo “Té Zulay”, ubicado en la cuenca aluvial del Pastaza, donde un conjunto de montículos habitacionales es evidencia de una planificación territorial para hacer frente a inundaciones estacionales (Delgado & Vásquez, 2016). Estos montículos se distribuyen estratégicamente en zonas de mayor y menor inundación, lo que sugiere una posible intención de proteger las viviendas y espacios ceremoniales de las crecidas.

Esta investigación se centra en la relación entre diversos aspectos del paisaje y el agua como eje central en la interacción entre el ser humano y su entorno. Elementos como la geomorfología, el clima, el suelo, la cultura y la agencia se combinan para formar un paisaje cultural profundamente influenciado por el manejo del agua, donde el drenaje superficial juega un papel clave. Para comprender esta dinámica, es fundamental abordar conceptos relacionados con el ciclo de drenaje hídrico, lo que permitirá explorar la conexión entre el clima, el relieve y la cultura, y cómo las sociedades enfrentaron las presiones ecológicas a lo largo del tiempo.

2.2.1 Cuencas Hidrográficas

Un río es un sistema complejo y dinámico, el cual, como parte de su función natural, transporta agua, sedimentos y sustrato; están caracterizados por su constante acción y cambio (Brito & Piedra, 2021). Ubicado entre las cordilleras de los Andes y Cutucú, encontramos al Río Upano, que nace en la Laguna Negra a 3600 metros de altitud en el volcán Sangay, y traza un curso de norte a sur formando un valle parcialmente recto de entre 1 a 2,4 km de ancho y 80 km de largo (Rostain, 2012). Tiene un lecho de entre 0,5 y 2 km y está rodeado por barrancos de 70 a 100 metros de altura (Rostain & De Saulieu, 2019). Su curso desemboca en el Río Namangotza y, por su alimentación pluvial y lecho pedregoso, no es navegable. En su tramo oriental, se une al Río Zamora para formar el Río Santiago (Miranda, Chacha, & Costales, 2021).

En este marco, podemos afirmar que el río constituye el sistema de drenaje principal de una cuenca hidrográfica, ya que, como se ha mencionado, este recolecta y transporta las aguas de escorrentía y subterráneas desde toda la cuenca hacia un punto de salida, donde las características de la cuenca determinan el comportamiento del río.

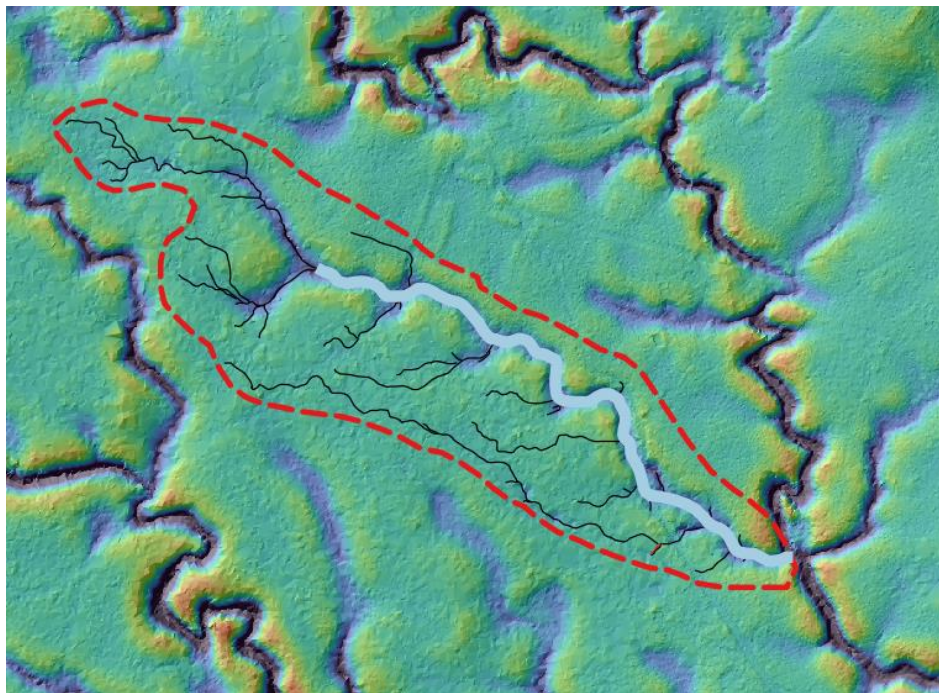
Brito & Piedra (2021) definen una cuenca hidrográfica como un área específica que, en primer lugar, recibe precipitación y, posteriormente, actúa como medio de transporte del agua de escorrentía hacia un punto común de desagüe o cierre, también conocido como cauce principal. La escorrentía se genera cuando, tras una precipitación pluvial o cualquier aporte hídrico, el agua se desplaza por la superficie terrestre siguiendo las leyes de la gravedad. Este proceso puede clasificarse en escorrentía superficial, donde el agua no es absorbida por el suelo, y escorrentía subsuperficial, correspondiente al agua que logra infiltrarse en el subsuelo (Ibáñez, Moreno & Gisbert, 2011). Las cuencas hidrográficas están compuestas por un entramado de ríos, arroyos o barrancos que canalizan los flujos de agua, delimitadas por una línea divisoria que las separa de las cuencas vecinas (Ibáñez, Moreno & Gisbert, 2011).

Las cuencas a su vez se componen de subcuencas hidrográficas donde funcionamiento puede compararse al de un reservorio, ya que captura la precipitación y parte de esta se transforma en escorrentía (Miranda, Chacha, & Costales, 2021). Estas abarcan los territorios drenados por ríos secundarios que desembocan en un río principal, y su dinámica está determinada por factores climáticos y físicos, como el tipo de suelo y la cobertura vegetal. Como la subcuenca del Río Huapula, la cual es parte de la cuenca del Upano.

De esta forma, las divisorias de aguas son un elemento esencial para delimitar cuencas hidrográficas, distinguiéndose en divisorias topográficas e hidrológicas, que suelen coincidir entre sí (Gráfico 6). La divisoria topográfica se define como una línea imaginaria que separa las laderas opuestas de una elevación, dirigiendo las aguas de escorrentía hacia diferentes sistemas de drenaje en cada lado. Por su parte, la divisoria hidrológica delimita las áreas de captación de agua hacia distintos sistemas de drenaje, considerando tanto el relieve como el flujo subterráneo (Ibáñez, Moreno & Gisbert, 2011).

Horton (1932) identifica cinco factores fundamentales que caracterizan una cuenca en función de su dinámica hidrológica. En primer lugar, los factores morfológicos, determinados por la topografía y la configuración del cauce principal y sus tributarios; en segundo lugar, los factores edáficos, relacionados con las propiedades físicas y químicas del suelo, como la textura y la capacidad de infiltración; en tercer lugar, los factores geológico-estructurales, que abarcan las características de las rocas subyacentes y las estructuras que influyen en el flujo subterráneo; en cuarto lugar, la vegetación, que regula el flujo hídrico y contribuye a la protección del suelo; y, finalmente, los factores climáticos e hidrológicos, que incluyen variables como la precipitación, la temperatura y la evaporación, elementos clave del ciclo hidrológico (Brito Muñoz & Piedra Ojeda, 2021).

Gráfico 6: Divisorias de aguas de un afluente del Río Huapula.



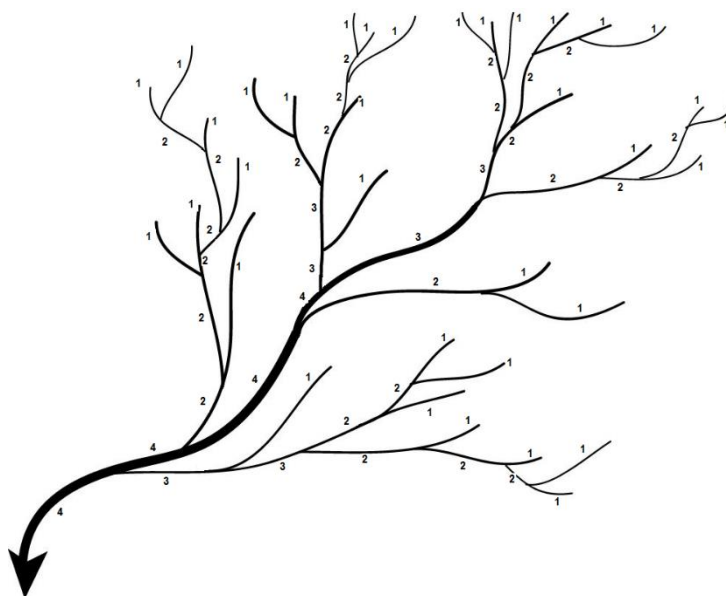
Nota. Divisorias de aguas: topográficas (en línea roja discontinua), dirección de la escorrentía (negro) y red de drenaje principal (azul celeste). Modelos Digitales del Terreno (MDT) proporcionados por Yépez & Delgado (2021). Elaboración propia.

Las cuencas hidrográficas pueden ser clasificadas por su patrón de drenaje, el cual define cómo el agua y los sedimentos son transportados desde las zonas más altas hasta el punto de salida. Charlton (2008) identifica diversos patrones, entre los cuales, podemos

destacar el patrón dendrítico, el cual tiene una distribución que recuerda las ramas de un árbol, donde los cursos de agua se ramifican de manera natural siguiendo este esquema. Según Brito y Piedra (2021), la red fluvial de la cuenca del Upano es una manifestación del sistema dendrítico, ya que presenta numerosos afluentes como el Huapula que convergen para formar una estructura interconectada. Además, el movimiento del agua en esta red no se limita a la superficie, ya que también incluye procesos subsuperficiales que contribuyen al funcionamiento del sistema de drenaje (Ibáñez, Moreno y Gisbert, 2011).

De esta forma la jerarquización de la red fluvial es un aspecto crucial para comprender la dinámica y la complejidad del sistema de drenaje. En este sentido el método propuesto por Strahler (Gráfico 7), es uno de los más utilizados, ya que permite asignar un orden numérico a los cursos de agua en función de la confluencia de sus afluentes. Tarboton, Bras y Rodríguez-Iturbe (1991), afirman que los cursos de primer orden son aquellos que no reciben afluentes, y el orden aumenta únicamente cuando se unen cursos del mismo nivel. Por ejemplo, la confluencia de dos cursos de primer orden genera un curso de segundo orden, mientras que la unión de cursos de diferente orden conserva el orden mayor (Ibáñez, Moreno y Gisbert, 2011).

Gráfico 7: Patrón de drenaje dendrítico según el modelo de Arthur Newell Strahler



Nota. Red hidrográfica ramificada similar a un árbol, donde los arroyos y ríos se organizan jerárquicamente. Las corrientes de orden 1 (más pequeñas) se combinan para formar corrientes de orden 2, y así sucesivamente. Tomado de Red de drenaje (Wikiwand, n.d.). Recuperado de https://www.wikiwand.com/es/articles/Red_de_drenaje.

La cuenca del Río Upano, clasificada como de sexto orden, se caracteriza por una densidad de drenaje de 0,69 km/km² y una frecuencia de drenaje de 20,04 km/km², lo que la define como altamente drenada (Brito & Piedra, 2021). Estas condiciones reflejan una escorrentía elevada, influenciada por estratos de baja permeabilidad. La densidad de drenaje mide la cantidad de ríos o canales en una cuenca en relación con su área. En este caso, se registran 0,69 kilómetros de ríos o canales por kilómetro cuadrado, un valor típico de terrenos con pendientes pronunciadas, suelos impermeables y precipitaciones intensas. Estas condiciones limitan la infiltración y promueven un flujo rápido, favoreciendo la formación de corrientes superficiales abundantes (Brito & Piedra, 2021).

Sin embargo, Miranda, Chacha y Costales (2021) apuntan que algunas áreas de la cuenca muestran una menor densidad de drenaje, lo que prolonga el tiempo de retención del agua y favorece la formación de humedales.

2.2.2 Sistemas de drenaje superficial

El drenaje es una tecnología de gestión hídrica, diseñada para eliminar el exceso de agua acumulado en la superficie y en el subsuelo. Según Rojas (1984), existen dos tipos principales: drenaje subsuperficial y drenaje superficial. El subsuperficial se encarga de gestionar el exceso de agua dentro del perfil del suelo, buscando reducir su saturación interna, generalmente causada por la presencia de una napa freática que se encuentra sobre una capa impermeable. Por otro lado, el drenaje superficial se refiere a la remoción del exceso de agua acumulada en la superficie del terreno, generalmente como resultado de lluvias intensas y frecuentes, topografía plana o irregular y suelos con baja permeabilidad.

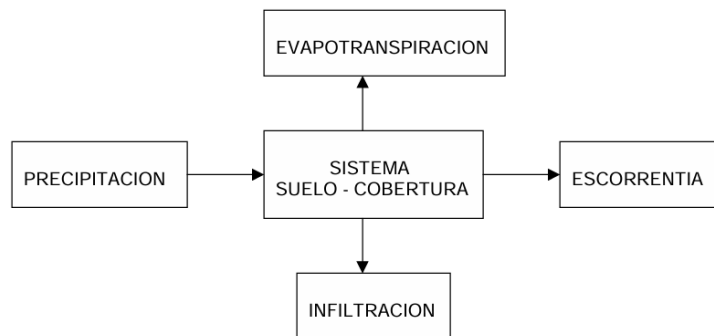
En este sentido, el exceso de agua se origina por cuatro factores principales: la precipitación, las inundaciones, las restricciones impuestas por la topografía y, las características del suelo. De esta forma la precipitación se identifica como la principal fuente de acumulación de agua, mientras que las inundaciones son una consecuencia directa; en cuanto a las limitaciones topográficas y edáficas, éstas intensifican el impacto y prolongan los problemas de drenaje. En particular, factores como la textura arcillosa del suelo, estructuras compactas o la presencia de capas diferenciadas (estratificación), obstaculizan el flujo rápido del agua. Esto sumado a las condiciones topográficas como terrenos planos, depresiones sin salida natural y microrelieves con depresiones medianas o pequeñas favorecen la acumulación de agua, reduciendo la eficacia del drenaje

superficial (Ortega, s.f.). Frente a este escenario, el drenaje superficial se vuelve esencial en regiones como el Alto Upano donde los factores climáticos, las condiciones hidrológicas, las características del suelo y los usos de este, permitieron la acumulación prolongada de agua en la superficie.

2.2.2.1 Principios y Criterios de Diseño

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones para el diseño de los sistemas de drenaje superficial, se consideran exclusivamente el exceso de agua acumulado en la superficie, es decir no se toma en cuenta el flujo subsuperficial. De esta forma se simplifica los componentes en el sistema hidrológico, reduciéndolo al modelo ilustrado en el siguiente gráfico:

Gráfico 8: Modelo Hidrológico del drenaje superficial.



Nota. Diagrama del sistema suelo-cobertura, mostrando las relaciones entre precipitación, infiltración, escorrentía y evapotranspiración. Tomado de Ortega, s.f., pp. 3.

Esta perspectiva plantea un modelo enfocado en un área, donde las “entradas” se limitan únicamente a la precipitación directa sobre la superficie. Estas entradas interactúan con el sistema suelo-cobertura, el cual regula las “salidas”, en forma de evapotranspiración, la infiltración y la escorrentía. Por tal razón el diseño de un sistema de drenaje debe tener en consideración diversos componentes que engloben tanto las

entradas como las salidas. Tomando en cuenta las características morfológicas del sistema suelo-cobertura.

Componentes del Sistema de Drenaje

El diseño de un sistema de drenaje superficial se basa en dos componentes fundamentales. El primero es el cálculo de la red colectora principal, que incluye canales, zanjas o colectores encargados de transportar el exceso de agua desde las áreas drenadas hasta puntos de descarga, como ríos (Sánchez & Suazo, 2020).

El segundo componente se centra en la capacidad del terreno para dirigir el agua hacia los colectores principales, para este hay que considerar las variaciones en el microrelieve y las propiedades específicas del suelo. En este sentido las sociedades pretéritas tuvieron que implementar métodos de acondicionamiento superficial, como nivelar el terreno, crear pendientes artificiales o rellenar depresiones, garantizando el flujo eficiente del agua, evitando así su estancamiento. Además, en caso de microrelieves problemáticos, posiblemente se emplearon pequeñas zanjas o drenajes adicionales, facilitando su conducción hacia la red principal (Ortega, s.f.).

Dinámica del Agua Superficial tras la Precipitación

El ciclo de infiltración y escorrentía tras una lluvia sigue un patrón definido, al inicio, el agua de lluvia comienza a infiltrarse en el suelo; a medida que se van llenando los poros, la velocidad de infiltración disminuye, y si la precipitación supera esta capacidad, el agua comienza a acumularse en la superficie, provocando inundaciones superficiales y dando paso a la escorrentía. Durante este período, el nivel de agua superficial aumenta hasta alcanzar su punto máximo, mientras el suelo se satura y pierde aire (Ortega, s.f.).

Cuando la lluvia cesa, inicia la fase de recesión, durante la cual el agua superficial acumulada disminuye progresivamente hasta desaparecer; en esta etapa, el suelo inicia su recuperación, concluyendo el período de exceso de agua cuando la aireación alcanza al menos un 10%.⁵ Para reducir el tiempo de inundación, los antiguos pueblos, a través de la gestión del paisaje, desarrollaron obras que aceleraron la escorrentía. El diseño de estas

⁵ La aireación del suelo se refiere a la proporción de aire presente en los poros del suelo en relación con su volumen total, expresada en porcentaje.

obras de drenaje debió equilibrar el tiempo de inundación con el tiempo de evacuación, asegurando que el exceso de agua superficial presente en un periodo de tiempo sobre el suelo, minimice los daños potenciales. Este equilibrio asegura la funcionalidad del drenaje en condiciones de lluvias intensas, manteniendo la estabilidad hídrica del terreno (Ortega, s.f.).

Los suelos se clasifican en grupos según su capacidad para manejar el agua superficial y su potencial de escurrimiento. Esta clasificación depende de factores como la textura, estructura, permeabilidad y la capacidad de infiltración del suelo. A continuación, se presentan las categorías más comunes:

Cuadro 2: Grupos de Suelos Según su Potencial de Escurrimiento.

Grupo	Descripción
A	<u>Bajo potencial de escorrentía.</u> Suelos que tienen altas tasas de infiltración aún cuando están bien mojados, consistentes principalmente en arenas o gravas profundas y bien a excesivamente drenados. Estos suelos tienen una alta tasa de transmisión de agua.
B	<u>Moderadamente bajo potencial de escorrentía.</u> Suelos con tasas de infiltración moderadas cuando están bien mojados, moderadamente profundos a profundos, moderadamente bien a bien drenados, con texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas. Estos suelos tienen una tasa de transmisión de agua moderada.
C	<u>Moderadamente alto potencial de escorrentía.</u> Suelos con tasas de infiltración lentas cuando están bien mojados, principalmente con una capa que impide el movimiento hacia abajo del agua, o de textura moderadamente fina a fina y una tasa de infiltración lenta. Estos suelos tienen una tasa lenta de transmisión de agua.
D	<u>Alto potencial de escorrentía.</u> Suelos que tienen tasas de infiltración muy lentas cuando están bien mojados, principalmente suelos arcillosos con un alto potencial de expansión; suelos con una napa subterránea permanente alta; suelos con claypan o capa arcillosa en la superficie o cercana a ella; y suelos poco profundos sobre materiales casi impermeables. Estos suelos tienen una tasa muy lenta de transmisión de agua.

Nota. Clasificación de suelos según su potencial de escorrentía, detallando las características de infiltración, transmisión de agua y composición de cada grupo. Tomado de Ortega, s.f., pp. 13.

Diseño de Redes Colectoras en el Manejo de Escorrentías

Es crucial identificar los componentes del diseño en las redes colectoras de drenaje mediante la gestión del paisaje, ya que esto permite analizar el manejo de las escorrentías superficiales y evaluar su eficiencia en el contexto de las sociedades pretéritas, atendiendo a tres objetivos fundamentales: en primer lugar, estas redes aseguran la recolección eficiente del agua generada en las distintas unidades del área a drenar, permitiendo su conducción sin acumulaciones problemáticas; en segundo lugar, previenen descargas

indeseadas que puedan desviar las escorrentías internas hacia zonas antropogénicas no destinadas a inundación y en tercer lugar, garantizan la capacidad de absorción de los cauces receptores, asegurando que los caudales generados sean manejados adecuadamente por las secciones naturales, lo que mantiene la funcionalidad del sistema hidráulico (Ortega, s.f.).

Aspectos Clave en el Trazado de Redes Colectoras de Drenaje

Según Ortega, los antiguos pobladores debieron definir un trazado de la red de colectores ya que este puede considerarse un proceso técnico que busca determinar la ubicación de las zanjas en el terreno y definir la dirección del flujo, esto evidencia una relación con el paisaje considerando las características geomorfológicas del área. Los diseños debieron garantizar tanto la funcionalidad como la eficiencia del sistema, para lo cual hay que considerar los siguientes aspectos:

- **Topografía:** Las zanjas colectoras se trazan siguiendo la pendiente natural del terreno, lo que facilita el flujo por gravedad y minimiza la necesidad de mecanismos adicionales.
- **Facilidad constructiva:** Para evitar dimensiones que dificulten su construcción o afecten el rendimiento del sistema, las dimensiones de las zanjas se mantienen proporcionales.
- **Prevención de erosión:** El control de caudales y pendientes resulta esencial para mantener la velocidad del agua dentro de los límites no erosivos del suelo.
- **Ubicación de puntos de descarga:** Los puntos de descarga se distribuyen estratégicamente, permitiendo dividir el caudal en varios sitios y evitando sobrecargas que puedan comprometer el equilibrio de la red.

Delimitación de Áreas Aportantes

La identificación de áreas aportantes delimitadas es fundamental para analizar los sistemas de drenaje, pues permite identificar las superficies que canalizan los caudales hacia colectores y cauces naturales ubicados en puntos estratégicos. Este proceso se basa en varios criterios clave. Donde el análisis de la pendiente del terreno resulta fundamental para determinar la dirección del flujo de agua hacia los tramos establecidos, y de esta forma evidenciar una planificación hídrica meticulosa sobre el paisaje. En este sentido hay que considerar que las áreas que descargan en puntos de confluencia se integraban al sistema mediante colectores diseñados para optimizar tanto la captación como el

transporte del agua. Estos colectores, delimitados con precisión, marcaban puntos estratégicos de inicio y término, ya sea en vértices del trazado o en confluencias con otros tramos, garantizando su funcionalidad. En los cauces naturales, las áreas aportantes se definían en secciones transversales clave o en confluencias con afluentes, asegurando un manejo eficiente de las escorrentías y destacando un enfoque integral para mantener el equilibrio del sistema de drenaje (Ortega, s.f.).

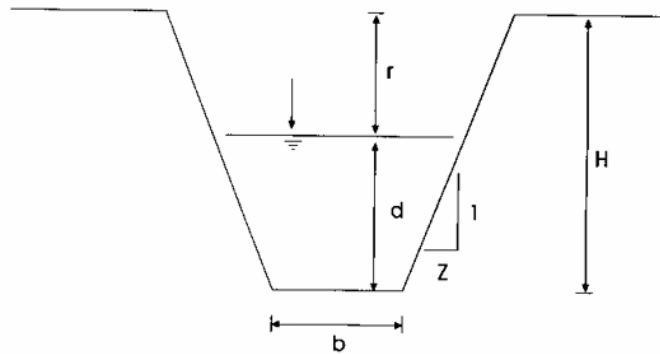
Factores y Dimensionamiento de Zanjas en Redes de Drenaje

Entendiendo que el flujo del exceso de agua hacia los colectores depende de factores clave como la pendiente del terreno, el microrelieve, la cobertura vegetal, las condiciones de humedad del suelo y la longitud del recorrido del flujo, podemos comprender que el dimensionamiento de las zanjas juega un papel crucial en la eficiencia del sistema de drenaje.

Para garantizar un diseño óptimo, Ortega & Bortolameolli (s.f.) mencionan que, las zanjas deben considerar los siguientes parámetros básicos:

- **b (Base):** Define la parte más estrecha de la zanja, determinando la capacidad mínima de flujo.
- **B (Ancho superior):** Representa la apertura de la zanja en la superficie, necesaria para contener el volumen máximo de agua durante escorrentías intensas.
- **d (Tirante hidráulico):** Indica la altura del agua en la zanja durante su operación normal, reflejando su capacidad de manejo.
- **r (Revanche o altura libre):** Proporciona un margen de seguridad entre el nivel máximo del agua y el borde superior de la zanja, evitando desbordamientos.
- **z (Talud de las paredes):** Se refiere a la inclinación de las paredes laterales, asegurando la estabilidad estructural y reduciendo riesgos de colapso.
- **H (Profundidad):** Determina la distancia desde la base hasta el nivel superior de la zanja, ajustándose a los volúmenes de flujo proyectados.

Gráfico 9: Parámetros de dimensiones de zanjas.



Nota. Ilustración de las variables esenciales en el diseño, como base, ancho superior, tirante hidráulico, talud y profundidad. Adaptado de Ortega y Bortolameolli, 1997, pp. 7.

La Arqueología del agua nos permite analizar cómo las sociedades del Alto Upano gestionaron su paisaje, debido al exceso de aguas lluvias. Este enfoque resalta las estrategias de drenaje y conducción implementadas para adaptarse a las dinámicas climáticas y topográficas, optimizando el uso del agua y transformando el paisaje de manera sostenible.

2.3 Sistemas de Información Geográfica (SIG)

La integración de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ha revolucionado la forma de hacer Arqueología, pasando de ser una herramienta meramente técnica para convertirse en un paradigma con implicaciones teórico-metodológicas significativas. Un SIG, según Baena y Ríos (2006), es un "una herramienta tecnológica que lleva a cabo la integración, almacenamiento, análisis y representación de datos espaciales con el propósito de la representación gráfica a través de mapas y modelos tridimensionales" (pp. 21). Ullah, Clow y Meling (2023) aseguran que los SIG tienen el potencial de contribuir a la construcción de teorías arqueológicas mediante la gestión de datos espaciales. Aunque hay que tener en consideración que el desarrollo teórico en este ámbito sigue siendo limitado. Esto es evidente, ya que gran parte de los estudios con tinte arqueológico se centran en aplicaciones prácticas y metodológicas, dejando un vacío en la exploración conceptual y crítica de las posibilidades de los SIG dentro de esta disciplina.

Lo que ahora constituye una limitación teórica inicialmente tuvo una gran acogida en la academia bajo las influencias de la Nueva Arqueología, ya que buscaba una mejor

comprensión del comportamiento humano y el espacio en la antigüedad (Fernández, 1989). Sin embargo, esta relación fue analizada desde un enfoque determinista que dio prioridad a una perspectiva más científica y cuantitativa. Aunque al principio carecía de herramientas específicas para estudiar el espacio, sus planteamientos teóricos y metodológicos sentaron las bases para la incorporación de tecnologías como los SIG, que facilitaron un análisis más profundo del uso del espacio por parte de las comunidades del pasado. Esto sentó las bases para los análisis del paisaje haciendo uso de SIG, los cuales ofrecen una plataforma única, ya que permiten interpretar y modelar paisajes culturales y explorar dinámicas sociales y ecológicas pasadas.

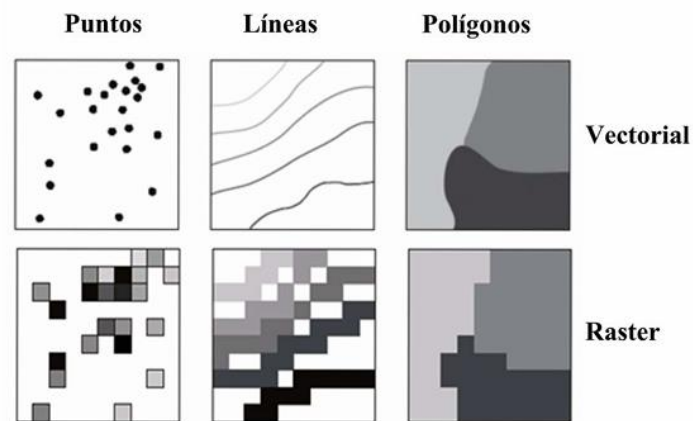
Hay que considerar las limitaciones interpretativas a manera de “humildad teórica”, donde es importante reconocer que las interpretaciones realizadas sobre los paisajes y las sociedades antiguas pueden estar limitadas por factores como la falta de datos completos, la complejidad de los sistemas estudiados y los posibles sesgos derivados de nuestras herramientas y perspectivas actuales. En este marco, Llobera (2006) enfatiza la importancia de adoptar una postura crítica y reflexiva en su uso, evitando caer en el determinismo excesivo que reduzca las complejidades humanas a factores físicos. Esto requiere un enfoque flexible que integre marcos teóricos como la Ecología Histórica con herramientas computacionales, adaptando los modelos a las particularidades de cada caso de estudio. Metodológicamente hablando un aspecto fundamental en la aplicación de los SIG es la escala, puesto que esta es la que determina tanto los datos utilizados como el engranaje analítico necesario para interpretar los fenómenos espaciales a estudiar (Carrero-Pazos, 2023). Es así como el uso de la cartografía analítica, basada en modelos de superficie como los Modelos Digitales de Terreno (MDT) y los productos derivados de LiDAR, es clave puesto que proporciona representaciones detalladas del terreno actual, fundamentales para los análisis a escala de paisaje. Pero como se ha mencionado previamente, estas herramientas no están exentas de errores, ya que se puede decir que simplifican la complejidad del entorno real y muchas dinámicas entre ser humano-entorno, lo que subraya la necesidad de un enfoque crítico en su interpretación.

2.3.1 Modelos SIG

Los SIG modelan la realidad a través de estructuras computacionales como los modelos vectorial y ráster, permitiendo representar el mundo físico de diversas maneras (Baena & Ríos, 2006). Los datos vectoriales se utilizan para describir puntos, líneas o

polígonos, lo que los hace ideales para el análisis de entidades específicas, aunque presentan limitaciones al abordar fenómenos continuos como densidades o gradientes (Carrero-Pazos, 2023). Por otro lado, los datos ráster transforman la realidad en una cuadrícula de celdas, resultandos útiles para gradientes topográficos y datos continuos, aunque su precisión depende de la resolución, lo que puede generar simplificaciones o distorsiones (Baena & Ríos, 2006; Carrero-Pazos, 2023).

Gráfico 10: Representación de Datos Vectoriales y Raster en SIG.



Nota. Tipos de datos vectoriales (puntos, líneas y polígonos) y raster, junto a su representación visual, mostrando cómo los SIG abstraen la realidad a través de diferentes estructuras de datos computacionales. Tomado de Carrero-Pazos, 2023, pp. 29.

Según estos autores, la Arqueología digital por medio del uso de SIG, representa una asociación entre herramientas tecnológicas, teorías y prácticas; el SIG da la posibilidad de superar la simple representación gráfica. Estas herramientas constituyen instrumentos que acercan a una comprensión más profunda y sustentada del pasado de una manera creativa y a la vez crítica. Sin embargo, alcanzar este objetivo exige un razonamiento constante y un diálogo pluridisciplinario sobre los modelos y métodos empleados, asegurando interpretaciones sólidas y significativas. Además de la capacidad para representar sitios arqueológicos, los SIG ofrecen análisis espaciales detallados que permiten explorar patrones de asentamiento y la organización del territorio desde una perspectiva integral.

3. CAPITULO III: Metodología

La metodología empleada en esta investigación se basó en técnicas de análisis espacial y geomorfométrico, integradas mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG), haciendo uso de dos softwares: ArcGIS Pro y QGIS. Estas herramientas permitieron examinar la compleja interacción entre el paisaje y las transformaciones humanas en el Alto Upano, donde se propone, de manera preliminar, encontrar el vínculo entre las estructuras arqueológicas y la geomorfología regional como sistemas hidráulicos prehispánicos diseñados para evacuar el exceso de agua lluvia.

En este contexto, el análisis de Modelos Digitales del Terreno (MDT), generados a partir de datos LiDAR, fue el componente central de este enfoque, ya que ofreció una representación del terreno con una escala que facilitó observar detalles clave para la identificación de estructuras arqueológicas y el estudio de las dinámicas hidrológicas de la región. A través del modelamiento hidrológico, el análisis de pendientes y geoformas, y la digitalización de elementos arqueológicos, en conjunto con datos pedológicos y climáticos, se obtuvo una interpretación integral del paisaje.

En conjunto, estas técnicas permitieron identificar patrones espaciales relacionados con contextos geomorfológicos significativos, evaluando cómo las condiciones topográficas y la dinámica del agua influyeron en la ubicación y diseño de las estructuras humanas. Esto ofreció una visión multidimensional del territorio, tal como recomiendan los principios de la Ecología Histórica, aportando datos para una primera comprensión de la interacción entre factores del entorno y culturales en la configuración del paisaje arqueológico del Alto Upano.

3.1 Limitaciones

A la hora de desarrollar esta investigación se ha tomado en cuenta las limitaciones de estudios sobre la gestión de los recursos hídricos en el Valle del Upano en el pasado. Si bien el estudio en la gestión de recursos hídricos en la Amazonía se ha centrado principalmente en el análisis arqueológico de las estructuras hidráulicas y, en algunos casos, en fuentes escritas, este enfoque presenta limitaciones; ya que la Arqueología, aunque permite identificar y comprender diversos tipos de estructuras hidráulicas a lo largo del tiempo, se enfrenta a la fragmentación y la incompletitud del registro material, incluso si poseemos MDTs de alta resolución. En el caso del Alto Upano, los restos físicos de los sistemas hidráulicos han sido significativamente alterados por procesos humanos

y naturales; como se ha señalado en capítulos anteriores, la hacienda actual donde se encuentra el complejo Huapula está destinada a actividades ganaderas, lo que implica que el terreno es utilizado para el pastoreo estacional de ganado, afectando la superficie y los vestigios arqueológicos. Además, el paso del tiempo ha propiciado la acumulación de nuevas capas de tierra, modificando el terreno original donde las comunidades prehispánicas desarrollaron su vida. Aunque las tecnologías como el LiDAR permiten identificar elementos arqueológicos con un alto grado de detalle, estos no se presentan en las condiciones originales, reflejando las transformaciones sufridas a lo largo del tiempo; por ello, debemos tomar en cuenta las interpretaciones arqueológicas son reconstrucciones basadas en evidencias limitadas.

A estas causas se suma el hecho de que este estudio no abarca plenamente el concepto de gestión del agua, ya que elementos intangibles de las sociedades, como la organización social, política, económica y las dimensiones simbólicas e ideológicas, trascienden las limitaciones del registro arqueológico disponible para esta investigación (Marsal Aguilera, 2021).

3.2 Datos LiDAR

Como se ha mencionado previamente en 2015, se realizó un análisis del paisaje mediante tecnología LiDAR (Light Detection and Ranging) como parte del proyecto “Características generales del paisaje cultural arqueológico del Valle del Alto Upano en un área de 300 km²”. Este proyecto, ejecutado por el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (INPC) con financiamiento de la Secretaría Nacional de Ciencia y Educación Superior (SENECYT), permitió mapear aproximadamente 300 km² (Prümers, 2017, pp. 67; Sánchez-Polo & Álvarez Litben, 2023).

Dentro de este se obtuvo una nube de puntos generada por el escáner láser y ortofotos, que ofrecieron una representación detallada de la superficie de estudio; como ya se ha explicado de manera más detallada en el Capítulo 1, la nube de puntos producida inicialmente por el levantamiento LiDAR, fue procesada en el proyecto “Procesamiento de datos obtenidos durante el levantamiento aéreo. Superficie Upano-Mera” generando MDTs con resoluciones de 0.5 m, 1 m y 5 m (Technoproject, 2015), entregados en formato ASCII Grid (.asc), un formato de texto para datos raster que representa características del terreno en una cuadrícula (Esri, n.d.). Asimismo, se obtuvo del INPC una ortofoto de 300

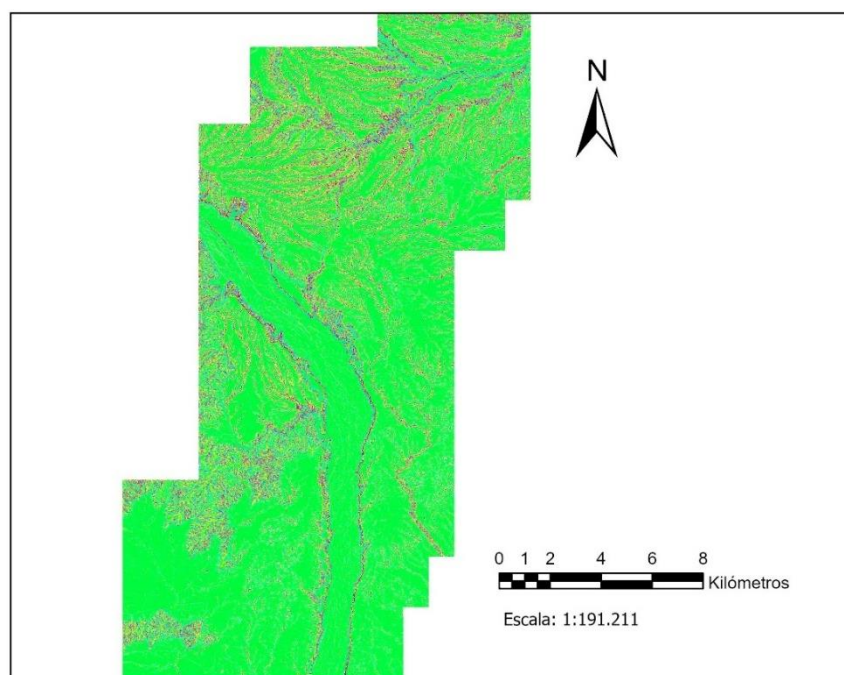
km² con resolución de 30 cm en formato ECW (Enhanced Compressed Wavelet), optimizado para grandes volúmenes de datos.

3.3 Archivos Raster para la visualización: Hillshade y SLRM

En el marco del proyecto "Análisis comparativo regional del proto-urbanismo en las tierras bajas ecuatoriales: el caso Cerro Hojas-Jaboncillo (Manabí) y las cuencas hídricas de los ríos Upano y Pastaza (Amazonía centro-sur)", co-dirigido por los Dres. Alden Yépez (PUCE-Q) y Florencio Delgado (USFQ) con financiamiento de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador-Quito, se obtuvieron dos archivos ráster titulados "Visualización de MDTs del Valle del Upano (300 km²) resolución 50 cm" (Yépez & Delgado, 2021-2024). Estos archivos fueron generados a partir del posprocesamiento de los Modelos Digitales del Terreno (MDTs) proporcionados originalmente por el INPC para dicho proyecto.

3.3.1 SLRM (Slope Local Relief Model)

Gráfico 11: Modelo de Elevación SLRM del Valle del Upano.

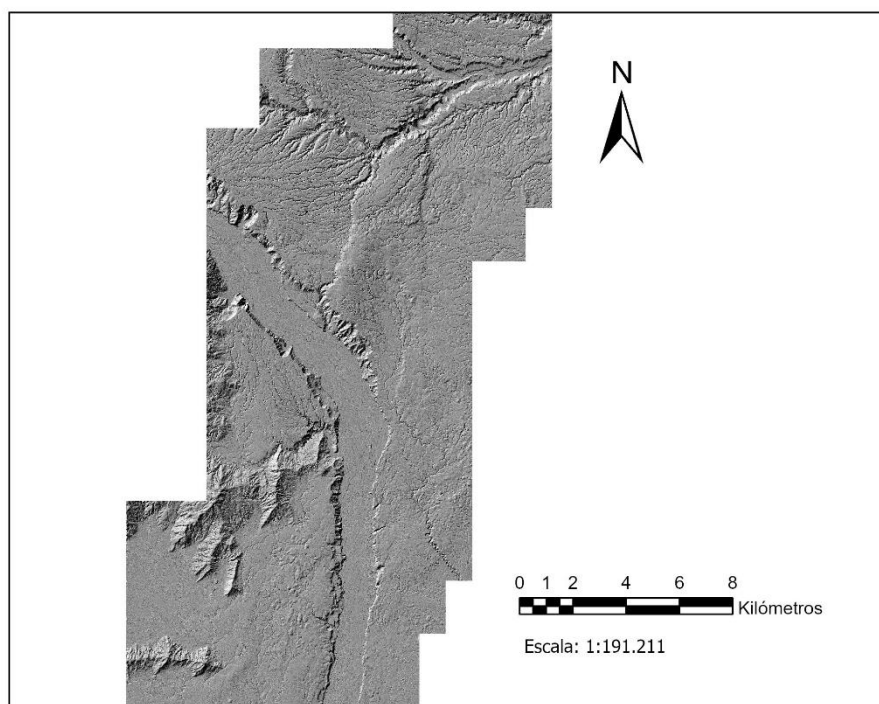


Nota. Figura que representa el modelo ráster 300km_SLRM_R50.tif. Modelo, desarrollado en el marco del proyecto "Análisis comparativo regional del proto-urbanismo en las tierras bajas ecuatoriales", tiene una resolución espacial de 0.5 x 0.5 metros, lo que permite identificar microcaracterísticas del terreno. Fue generado a partir del posprocesamiento de los Modelos Digitales del Terreno (MDTs) proporcionados por el INPC (Yépez & Delgado, 2021-2024). Elaboración propia.

Inicialmente se obtuvo el archivo “300km_SLRM_R50.tif” (Yépez & Delgado, 2021-2024), el cual es un modelo ráster diseñado específicamente para el análisis topográfico del Valle del Upano, teniendo la capacidad de representar detalles finos del terreno. El archivo fue proporcionado en formato TIFF sin compresión y con un tamaño de 6,68 GB, posee una resolución espacial de 0.5 x 0.5 metros, lo cual facilita identificar las microcaracterísticas presentes en el paisaje cultural, como depresiones sutiles, laderas y posibles estructuras de origen antrópico; tiene dimensiones de 32,000 columnas por 56,000 filas, esto permitió realizar el análisis de áreas extensas con un gran nivel de detalle.

3.3.2 Hillshade

Gráfico 12: Modelo Hillshade del Valle del Upano.



Nota. Representación del archivo ráster “300km_HS_A315_H35.tif”, generado como un modelo de sombreado de colinas a partir de un MDT proporcionado por el INPC. Configurado con un azimut de 315° y una altura solar de 35° (Yépez & Delgado, 2021-2024). Elaboración propia.

El modelo raster “300km_HS_A315_H35.tif” (Yépez & Delgado, 2021-2024), diseñado como un sombreado de colinas (Hillshade), también constituyó una herramienta

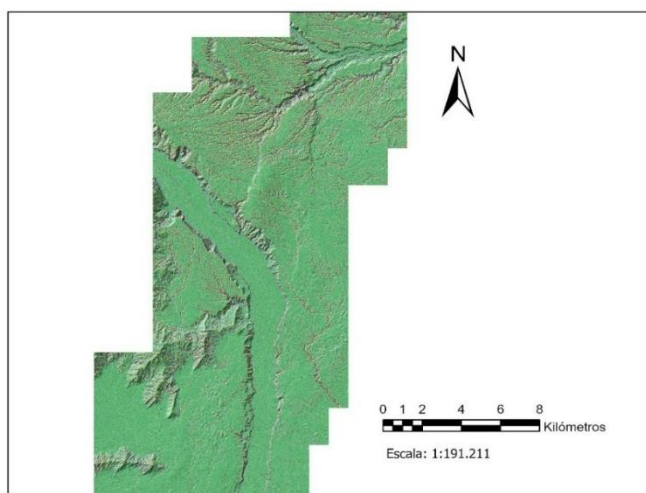
clave en esta investigación gracias a su capacidad para representar tridimensionalmente el terreno. Este modelo fue generado a partir de una simulación de sombras bajo un azimut de 315° y una altura solar de 35°, permitiendo así la visualización detallada del relieve. Al igual que el archivo “300km_SLRM_R50.tif” (Yépez & Delgado, 2021-2024) este posee una resolución espacial de 0.5 x 0.5 metros en un área extensa definida por 32,000 columnas y 56,000 filas. Debemos considerar que el Hillshade no emplea un mapa de color, lo que refuerza la dependencia de gradientes de intensidad para resaltar las variaciones topográficas.

En términos de referencia espacial, ambos archivos utilizan el sistema de coordenadas proyectadas WGS 1984 UTM Zona 17S, fundamentado en la proyección Transverse Mercator (WKID 32717). Este sistema integra parámetros como un Falso Este de 500,000 metros y un Falso Norte de 10,000,000 metros.

3.4 Superposición y Visualización de Modelos para el Análisis del Paisaje Arqueológico

Una técnica clave para destacar las formas principales del relieve y los detalles más sutiles del paisaje, como plataformas, elementos lineales y plazas, fue la superposición de las capas correspondientes al Hillshade y al SLRM. Esto se realizó con el objetivo de identificar estructuras arqueológicas conjuntamente con patrones topográficos relevantes.

Gráfico 13: Superposición de Modelos Hillshade y SLRM para el Análisis del Paisaje Arqueológico.



Nota. Representación de la “Visualización de MDTs del Valle del Upano (300 km²) resolución 50 cm” que es la combinación de capas del Hillshade y el SLRM para el análisis del paisaje. El Hillshade, con una opacidad del 100%. El SLRM, configurado con una transparencia de 66,2%, añade detalles topográficos finos mediante una rampa de color “Turbo”. Elaboración propia.

En este contexto, se utilizó el Hillshade con una opacidad global del 100%, lo que permitió obtener una percepción tridimensional del terreno gracias a la resaltación de sombras y relieves. Paralelamente, la capa SLRM se superpuso con una opacidad ajustada entre el 30% y 70%, dependiendo del contexto del análisis, como la digitalización o la visualización, con el propósito de incorporar detalles adicionales relacionados con irregularidades más particulares del relieve, como microformas.

El SLRM fue procesado inicialmente en QGIS mediante un renderizador de pseudocolor monobanda, configurado con interpolación lineal y empleando la rampa de color Turbo. Este esquema de colores permitió observar variaciones locales del relieve a través de un gradiente que va desde tonos fríos (azul) para valores más bajos hasta tonos cálidos (rojo) para valores más altos, con un rango establecido entre -5 y 7, dependiendo del análisis que se estuviera realizando. La interpolación lineal aplicada en la rampa de color garantizó transiciones suaves y continuas entre los valores del ráster, lo que facilitó una mejor comprensión espacial del paisaje.

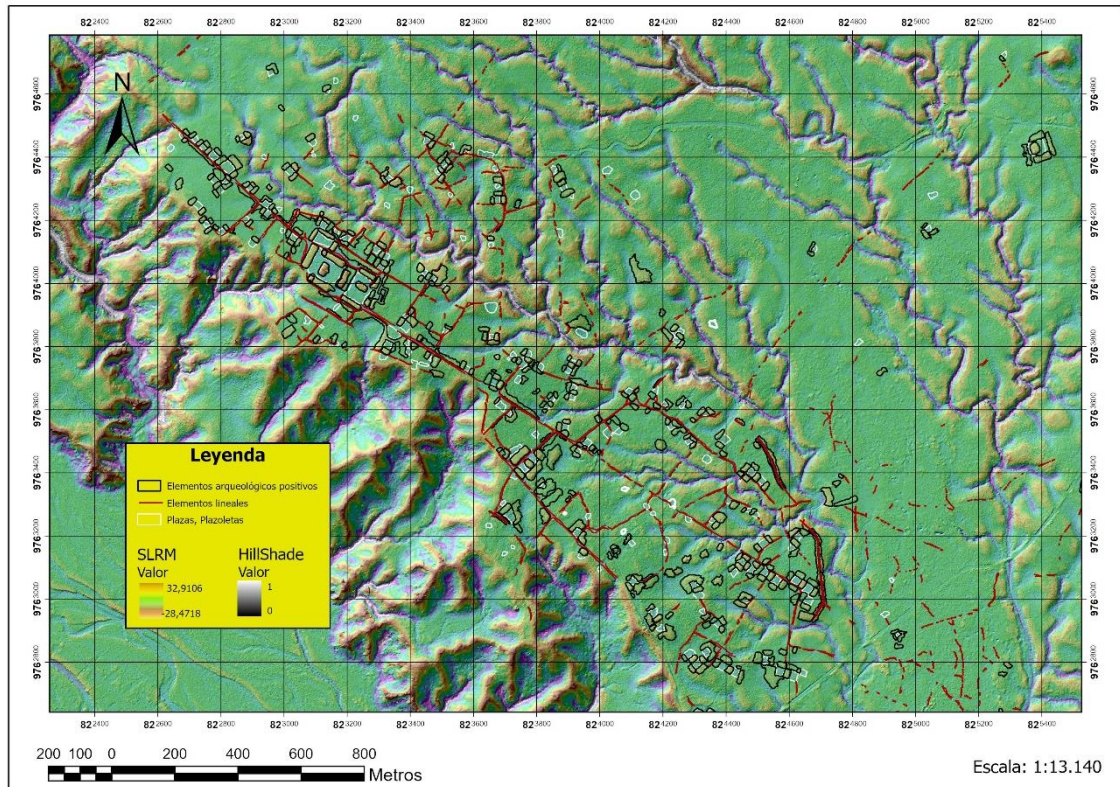
3.5 Digitalización de estructuras arqueológicas

El primer paso en el proyecto “Análisis comparativo regional del urbanismo en las tierras bajas ecuatoriales: El caso Cerro Hojas-Jaboncillo (Manabí) y las cuencas hídricas de los ríos Upano y Pastaza (Amazonía Centro-Sur)” consistió en la digitalización de estructuras arqueológicas mediante polígonos y polilíneas en QGIS. Dentro de este marco, mi trabajo se enfocó en la digitalización de elementos arqueológicos en la cuenca hídrica del Río Huapula, utilizando los archivos raster previamente descritos.

La digitalización se realizó en archivos Shapefile (.shp), clasificando los elementos en polígonos y líneas según las características morfológicas de cada estructura. Para ello, se trabajó inicialmente con rangos de valores en el raster SLRM entre -5 y 7, ajustándolos manualmente según las características del rasgo arqueológico. Los elementos positivos, como plataformas y rebordes asociados a elevaciones, se identificaron principalmente en el rango de -3 a 3, donde los tonos cálidos (rojos) facilitaron su diferenciación. Por otro lado, los elementos negativos, vinculados a transformaciones como zanjas y cortes en pendientes, se trabajaron en un rango de -1 a 3, destacando los tonos fríos (azules) que resaltaban estas características en el modelo raster.

Aunque estos rangos fueron predominantes, el ajuste manual resultó crucial en situaciones donde los rasgos no se visualizaban claramente, garantizando una representación lo más fiel posible al modelo "Visualización de MDTs del Valle del Upano (300 km²) resolución 50 cm".

Gráfico 14: Digitalización de Elementos Arqueológicos en la Cuenca del Huapula.



Nota. Representación geoespacial de estructuras arqueológicas en la cuenca hídrica del Río Huapula. Este mapa combina los modelos SLRM y Hillshade con una clasificación de elementos arqueológicos mediante polígonos y líneas, incluyendo plataformas, rebordes, plazas y elementos lineales. Elaboración propia.

En el caso de las plataformas, para la digitalización de los rasgos arqueológicos se tomaron en cuenta criterios morfológicos específicos que permitieron clasificarlas en diferentes categorías según su forma y configuración (Cuadro 3).

Cuadro 3: Tipología de plataformas arqueológicas en el Valle del Upano.

Categoría	Subtipo	Características
A. Plataformas Simples	1. Cuadrada	Relación de lados 1:1 (variantes hasta el 10%).
	2. Rectangular	- Relación de lados entre 1:2 y 1:5. - Largo al menos el doble del ancho.
	3. Alargada	Relación de lados entre 1:5 y 1:10. Largo mayor que el ancho; puede confundirse con terraplenes según el contexto.
	4. Ovalada	Forma elíptica en la cima; el radio no es uniforme.
	5. Irregular	Sin forma geométrica clara.
B. Plataformas Compuestas	1. Con forma de L	Dos plataformas alargadas unidas en un ángulo de 90°. Tamaños similares o con una más grande que la otra.
	2. Con forma de T	Dos plataformas rectangulares; la menor unida al centro de la mayor.
	3. Con forma de U	Tres plataformas rectangulares unidas en

		ángulos rectos formando una U.
C. Plataformas de Varios Niveles	1. Alargada+cuadrada	Plataforma alargada con una cuadrangular añadida en uno de los extremos.
	2. Alargada con resaltes	Plataforma alargada con dos cuadrangulares en los extremos medios de la cima.
	3. Rectangular escaleriforme	Plataforma rectangular basal con otra más angosta superpuesta en un nivel.

Nota. El cuadro presenta una clasificación de plataformas basada en las características morfológicas observadas en el Valle del Upano, siguiendo la tipología propuesta por Sánchez-Polo y Álvarez Litben (2023). Elaboración propia.

Para los elementos negativos, la digitalización de los rasgos arqueológicos consideró criterios morfológicos específicos que facilitaron su clasificación en diversas categorías basadas en su forma, disposición y posible funcionalidad (Cuadro 4).

Cuadro 4: Tipología de espacios transformados y elementos lineales en el Valle del Upano.

Categoría	Subtipo	Características
D. Espacios Transformados	D1. Plaza	Espacio vacío de forma cuadrangular o rectangular entre plataformas alineadas en conjuntos.
	D2. Plazoleta	Espacio cortado en un terreno con relieve para crear una superficie plana; puede incluir relleno.
	D3. Terraza	Espacio horizontal formado por el corte en una pendiente acentuada,

		con formas semicirculares o poligonales.
E. Elementos Lineales	E1. Terraplén	Estructura de tierra alargada con perfil transversal cónico, a menudo asociada a fosos o conjuntos.
	E2. Pendientes cortadas	Cortes en pendientes naturales asociados a contextos arqueológicos específicos.
	E3. Zanjas	
	a) Caminos	Zanjas rectas o curvas que conectan conjuntos o áreas aisladas; perfil en artesa, vinculados a redes viales.
	b) Fosos	Zanjas delimitadoras de espacios; pueden encontrarse entre quebradas o ríos, a veces sin complejos asociados.
c) Canales de drenaje	Zanjas para drenar agua hacia un río.	

Nota. Este cuadro detalla la clasificación de los espacios transformados y elementos lineales identificados en el paisaje arqueológico del Valle del Upano, basado en características morfológicas específicas, siguiendo la tipología propuesta por Sánchez-Polo y Álvarez Litben (2023). Elaboración propia.

La clasificación de los rasgos arqueológicos se realizó considerando su coherencia espacial, este criterio fue tomado en cuenta con el objetivo de diferenciar los elementos prehispánicos de aquellos contemporáneos; para ello, se empleó la ortofotografía, que permitió la identificación de zonas de intervención moderna. Esta metodología fue particularmente valiosa en la digitalización de elementos lineales, donde la superposición con la ortofotografía permitió distinguir caminos contemporáneos de estructuras potencialmente prehispánicas. Sin esta herramienta, muchos caminos modernos habrían

sido erróneamente interpretados como parte del paisaje arqueológico relacionado a los asentamientos “Upano”.

En el proceso de digitalización, los rasgos arqueológicos representados mediante polígonos fueron clasificados en categorías específicas como plataformas, posibles plataformas, anomalías de plataformas, plazas, posibles plazas, anomalías de plazas, rebordes, posibles rebordes y anomalías de rebordes. Por su parte, los elementos digitalizados como polilíneas se organizaron en caminos, posibles caminos, anomalías de caminos, drenajes, posibles drenajes y anomalías de drenajes.

El procedimiento de digitalización en QGIS fue el siguiente:

1. Crear un nuevo proyecto en QGIS.
2. Generar un archivo de polígonos tipo shape (Capa / Crear capa / Nueva capa de archivo shape).
3. Asignar un nombre al archivo y agregar un campo adicional tipo entero de 10 dígitos.
4. Activar la capa de herramientas de digitalización (Ver / Barras de herramientas / Digitalización).
5. Iniciar la digitalización activando el icono de Conmutar edición.
6. Añadir polígonos o polilíneas utilizando el icono correspondiente.
7. Capturar los vértices del polígono o polilínea a digitalizar.

Se digitalizaron, en su totalidad, los elementos arqueológicos de la cuenca hídrica del Huapula. Sin embargo, es importante considerar que pueden existir errores o elementos no digitalizados debido a que, en algunas zonas, la representación del terreno presentaba inconsistencias o anomalías que dificultaron la identificación de ciertos rasgos. A pesar de estas limitaciones, esta base de datos constituye una herramienta valiosa para la documentación y análisis del paisaje arqueológico en esta región, ya que permite crear un registro geoespacial detallado de los elementos identificados. Para esta investigación nos proporciona una base de datos que puede ser utilizada para evaluar los posibles patrones de ocupación, relaciones espaciales entre estructuras y geomorfología, y posibles dinámicas culturales asociadas a los sistemas hidráulicos.

3.6 Modelamiento Hidrológico Multiescalar

Para esta investigación el modelado hidrológico fue una técnica esencial para interpretar los componentes físicos de la superficie, considerando dinámicas del agua en

el paisaje. Ya que estas herramientas permiten identificar sumideros que actúan como puntos de acumulación de agua, establecer la dirección del flujo para comprender los patrones de drenaje y calcular la acumulación de flujo en distintos puntos del terreno. Asimismo, posibilitaron la delimitación precisa de cuencas hidrográficas y la creación de redes de cursos de agua, configurando una base analítica que integró elementos naturales y culturales en el estudio de este paisaje arqueológico y su manejo hídrico (Esri, n.d.).

En el marco del proyecto “Análisis comparativo regional del urbanismo en las tierras bajas ecuatoriales: El caso Cerro Hojas-Jaboncillo (Manabí) y las cuencas hídricas de los ríos Upano y Pastaza (Amazonía Centro-Sur)”, se obtuvieron tres archivos fundamentales para el análisis, gracias al apoyo del Dr. Álden Yépez. El primero, titulado “Modelamiento de macro y micro-cuencas hidrográficas del Valle del Upano (300 km), resolución 50 cm”, en formato raster, fue empleado para delimitar la zona de estudio, enfocándose específicamente en la cuenca hídrica del Huapula. Los otros dos archivos, “Modelamiento de drenajes con resolución 50 cm” y “Modelamiento de drenajes con resolución 1 m”, ambos en formato Shapefile, se utilizaron para analizar los patrones de escorrentía en el terreno.

Si bien se ha mencionado que los productos correspondientes al modelamiento de cuencas y el modelamiento de drenajes no fueron de autoría propia, sino que se ejecutaron bajo los procedimientos descritos por Yépez & Delgado (2021-2024), resulta relevante detallar las etapas principales y las herramientas empleadas en este tipo de análisis. En el software ArcGIS Pro, existe la caja de herramientas Spatial Analyst Tools, la cual contiene opciones avanzadas para realizar modelamientos hidrológicos:

3.6.1 Relleno de Depresiones con la Herramienta Fill

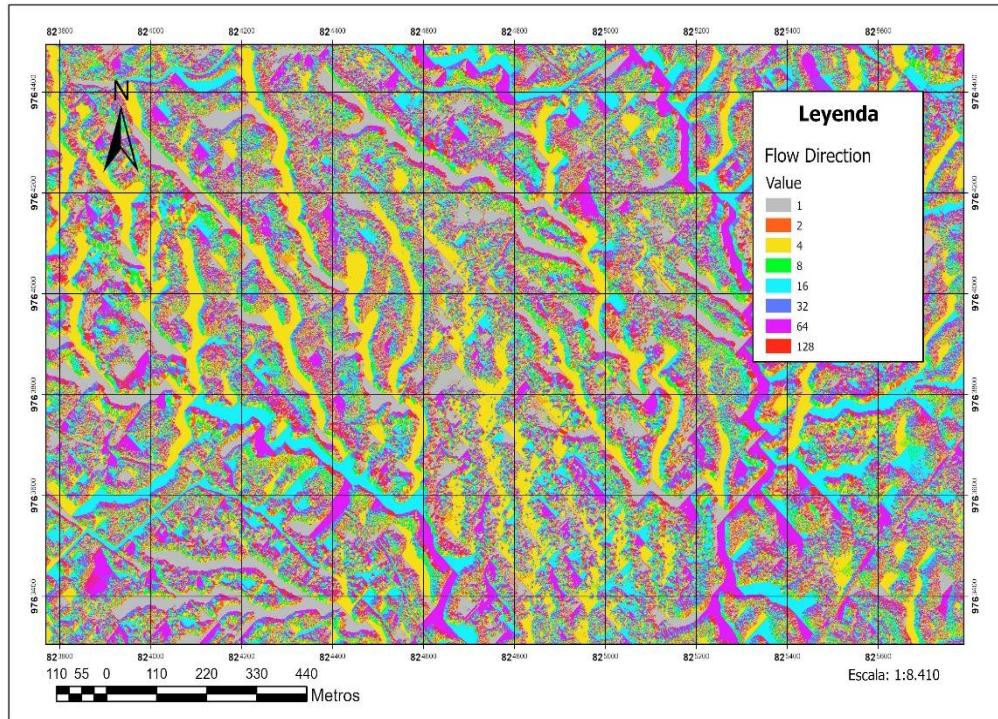
El primer paso en el proceso consiste en preparar el archivo raster 300km_SLRM_R50.tif mediante la herramienta “Fill”. Esta herramienta se emplea para rellenar depresiones (sumideros) que pueden generar interrupciones artificiales en los patrones de flujo de agua en el modelo. Al rellenar estas áreas, se crea una superficie continua y corregida (Esri, n.d.).

3.6.2 Cálculo de Direcciones de Flujo con “Flow Direction”

Después de corregir las depresiones, se usa la herramienta “Flow Direction” para determinar la dirección en que fluye el agua desde cada celda del raster hacia sus celdas vecinas. Este cálculo se basa en la pendiente más pronunciada, asignando a cada celda un

valor que indica su dirección de flujo (Gráfico 15). El resultado es un modelo raster que representa las trayectorias posibles del agua en toda la superficie del terreno (Qin et al., 2007).

Gráfico 15: Mapa de Direcciones de Flujo Calculadas con “Flow Direction”.

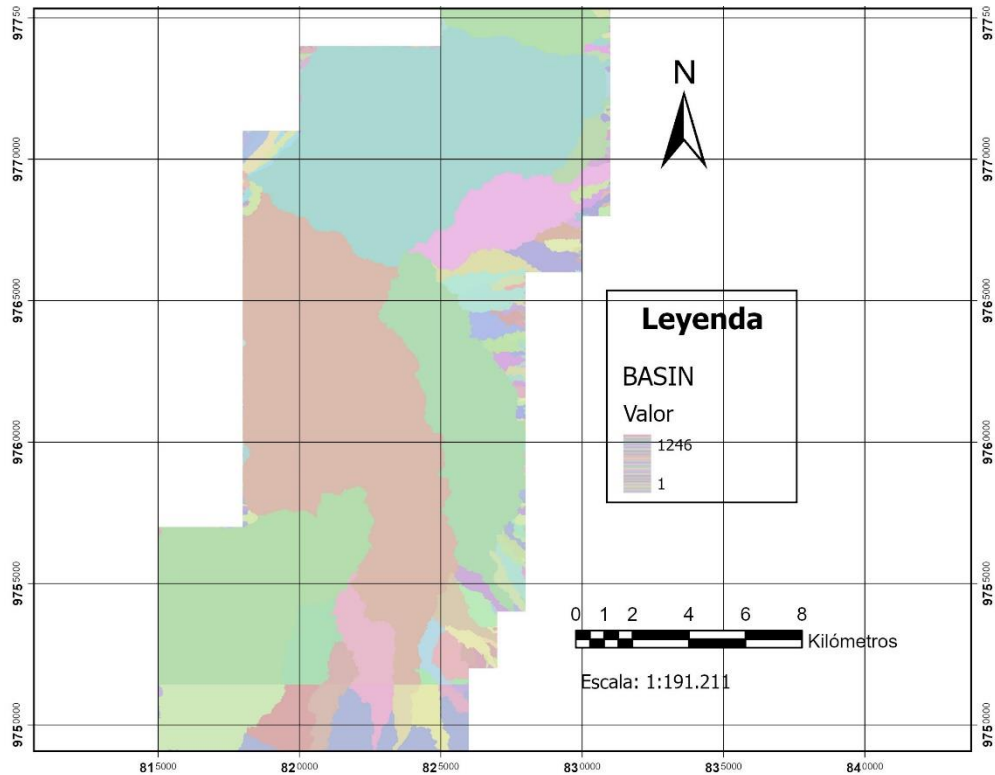


Nota. Representación raster de las direcciones de flujo del agua en el terreno, obtenida mediante la herramienta “Flow Direction” en ArcGIS Pro. Cada celda indica la dirección hacia la cual el agua fluiría, basada en la pendiente más pronunciada entre celdas vecinas. Elaboración propia.

3.6.3 Delimitación de Cuencas Hidrográficas con Basin

Con el raster de direcciones de flujo generado, se hace uso de la herramienta Basin para identificar y delimitar las cuencas hidrográficas. Esta herramienta analiza cómo el agua se acumula en diferentes áreas y define las regiones que contribuyen al flujo hacia un punto común de salida. En el caso del Valle del Upano, este procedimiento permitió delimitar la cuenca hídrica del Huapula y otras subcuencas vecinas (Esri, n.d.).

Gráfico 16: Delimitación de Cuencas Hidrográficas en el Valle del Upano.



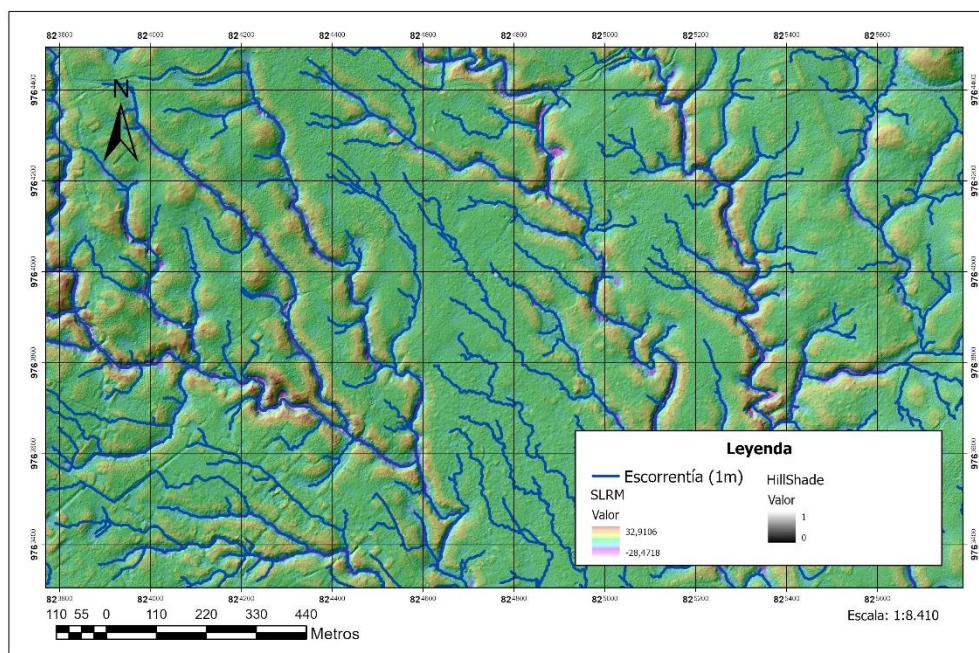
Nota. Mapa raster generado con la herramienta "Basin," que delimita cuencas hidrográficas a partir del modelo de direcciones de flujo. Elaboración propia.

3.6.4 Modelamiento de Redes de Drenaje

Para modelar las redes de drenaje, primero se aplica la herramienta "Flow Accumulation", haciendo uso del raster proporcionado por la herramienta "Flow Direction", que calcula el número de celdas que fluyen hacia cada punto del modelo. Posteriormente, se utiliza un umbral predefinido para determinar las celdas que formarían parte de la red fluvial, excluyendo aquellas con acumulación insuficiente para generar un flujo significativo (Esri, n.d.).

En este contexto la herramienta "Stream Order" (Esri, n.d.), configurada con el método de Strahler (Gráfico 17), permitió clasificar las líneas de drenaje según su jerarquía dentro de la red. Este proceso resultó en un shapefile lineal de drenajes con resolución de 50 cm y 1 m respectivamente.

Gráfico 17: Modelamiento de Redes de Drenaje en el Valle del Upano.



Nota. Representación de la escorrentía con una resolución espacial de 1 metro, elaborada por Yépez y Delgado (2021-2024) en el marco del proyecto “Análisis comparativo regional del proto-urbanismo en las tierras bajas ecuatoriales: El caso Cerro Hojas-Jaboncillo (Manabí) y las cuencas hídricas del Río Upano y Pastaza (Amazonía centro-sur)”. El modelo se desarrolló utilizando el método Strahler, generando una visualización detallada de las rutas de flujo hídrico. Elaboración propia.

En este marco el archivo ráster permitió identificar con mayor precisión las divisorias de aguas, las áreas de captación y las conexiones entre las subcuencas del valle, útil para establecer el marco geográfico. Por otro lado, los modelos de drenaje en formato Shapefile (.shp) proporcionaron una visualización detallada de las rutas de flujo del agua, lo que ayudó para la interpretación de las dinámicas hidrológicas del terreno y su relación con los rasgos arqueológicos digitalizados dentro del área de estudio.

3.7 Análisis de pendientes

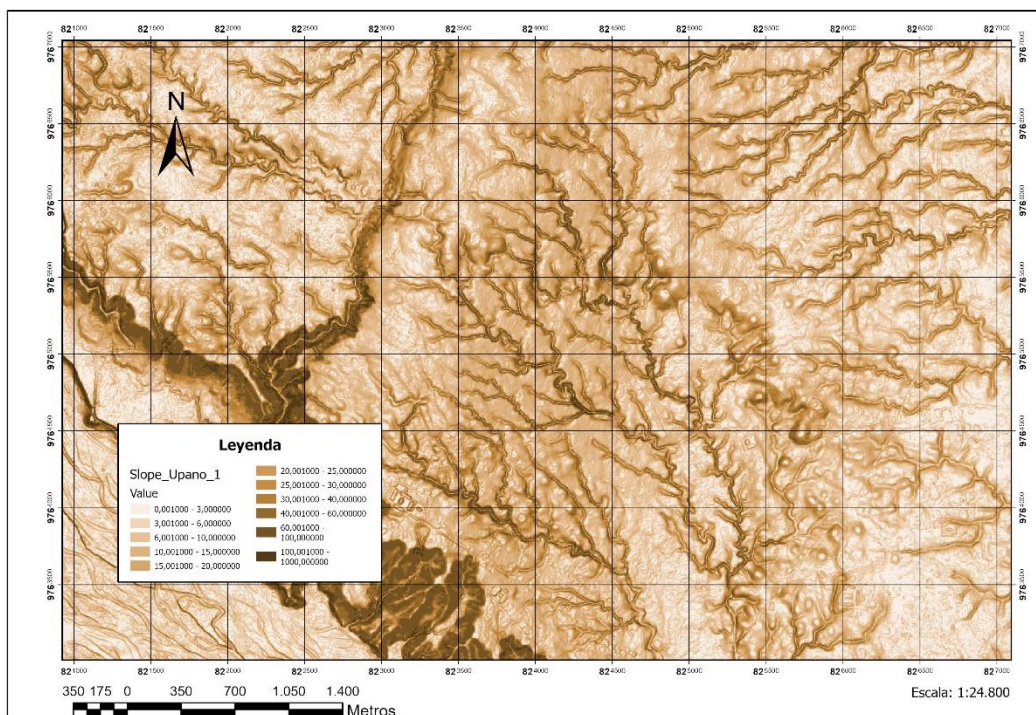
El análisis de pendientes se realizó a partir del MDT denominado “Upano DTM 5 m”, proporcionado por el INPC. Este modelo, con una resolución de 5x5 metros en formato AAIGrid, se utilizó para generar un mapa de pendientes, el cual fue posteriormente sometido a varios análisis proporcionados por las herramientas en ArcGIS pro, para ajustarse a los criterios estandarizados del análisis y facilitar su interpretación en el contexto arqueológico y geomorfológico.

3.7.1 Generación del mapa de pendientes

Para determinar las pendientes del terreno, se utilizó la herramienta “Slope” de la caja de herramientas “Spatial Analyst” en ArcGIS Pro. Esta herramienta determina la inclinación o gradiente de cada celda dentro de un raster. De esta forma, se calculó los valores de las pendientes, para lo cual se decidió emplear la unidad en porcentaje (Esri, n.d.).

El producto inicial fue un ráster denominado “Slope_Upano_1”, con una resolución espacial de 5x5 metros y una clasificación inicial de 11 clases con intervalos manuales ($\leq 3\%$, 6%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 40%, 60%, 100%, $>100\%$).

Gráfico 18: Mapa inicial de pendientes del área de estudio



Nota. El mapa de pendientes fue generado a partir del Modelo Digital del Terreno (MDT) “Upano DTM 5 m” proporcionado por el INPC. El raster inicial, denominado “Slope_Upano_1”, tiene una resolución espacial de 5x5 metros y fue calculado utilizando la herramienta “Slope” en ArcGIS Pro. El resultado se clasificó en 11 intervalos manuales, representados en la leyenda. Elaboración propia.

Aunque este ráster proporcionaba un panorama general de las pendientes, se reconoció que una reclasificación era necesaria para responder a las necesidades específicas del análisis, permitiendo una interpretación más funcional y adaptada al

contexto de estudio. Esto se debió a que, a pesar de contar con una resolución de 5 metros y no de 0,5 metros, el ráster presentaba una gran variación en las pendientes, lo que dificultaba la visualización y la interpretación de los porcentajes de pendiente a una escala más regional y menos detallada.

3.7.2 Reclasificación del mapa de pendientes

El siguiente paso fue la reclasificación del raster “Slope_Upano_1” utilizando la herramienta “Reclassify” en ArcGIS Pro. Esta herramienta permite transformar datos continuos en categorías manejables (Esri, n.d.). Este proceso fue realizado con el objetivo de estandarizar las categorías para asegurar consistencia y facilitar la comparabilidad al agrupar los valores de pendiente según un sistema reconocido, en este caso el del Instituto Geográfico Joaquín Codazzi (IGAC). Esta al ser una investigación de carácter arqueológico, las pendientes deben ser analizadas bajo estándares claros. Asimismo, la reclasificación simplifica la interpretación al convertir valores continuos en rangos predefinidos con el objeto de destacar variaciones clave del terreno.

El mapa fue reclasificado utilizando el sistema del IGAC, este sistema organiza las pendientes en siete categorías, descritas a continuación:

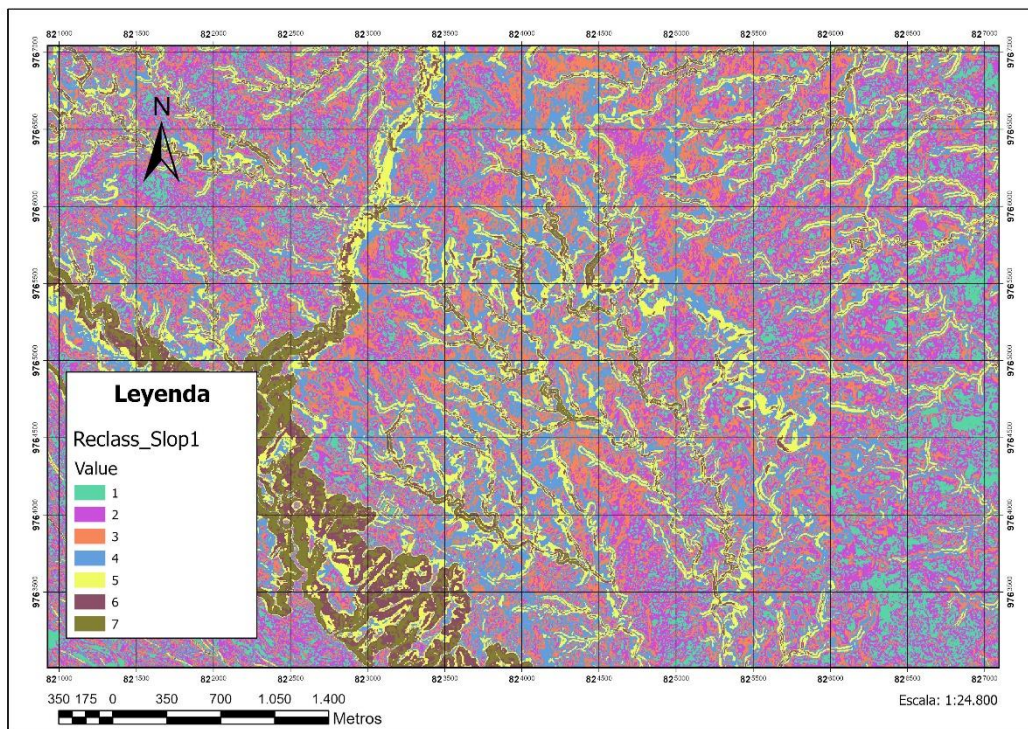
Cuadro 5: Categorías de pendiente según el sistema del Instituto Geográfico Joaquín Codazzi (IGAC).

Rango de pendiente (%) según IGAC	Categoría
0–3%: Plano.	1
3–7%: Ligeramente plano.	2
7–12%: Ligeramente inclinado.	3
12–25%: Fuertemente ondulado.	4
25–50%: Fuertemente quebrado.	5
50–75%: Escarpado.	6
>75%: Muy escarpado.	7

Nota. Las categorías fueron definidas según el sistema del Instituto Geográfico Joaquín Codazzi (IGAC) y reclasificadas utilizando la herramienta Reclassify de Spatial Analyst en ArcGIS Pro. Cada valor corresponde a un rango específico de pendiente. Elaboración propia.

El proceso de reclasificación se llevó a cabo con la herramienta “Reclassify” de Spatial Analyst, configurando manualmente los puntos de quiebre (breakpoints) según los valores especificados por el IGAC. Este procedimiento resultó en un raster con siete valores únicos, cada uno representando una categoría de pendiente que facilitó el análisis (Gráfico 19).

Gráfico 19: Mapa de pendientes reclasificado según el sistema IGAC.



Nota. El mapa muestra las pendientes del área de estudio reclasificadas en siete categorías siguiendo el sistema del Instituto Geográfico Joaquín Codazzi (IGAC). Este proceso fue realizado utilizando la herramienta Reclassify de Spatial Analyst en ArcGIS Pro. Cada categoría representa un rango específico de pendiente en porcentaje, desde áreas planas (0–3%) hasta zonas muy escarpadas (>75%). Elaboración propia.

3.7.3 Generalización del mapa de pendientes “Reclass_Slope1”

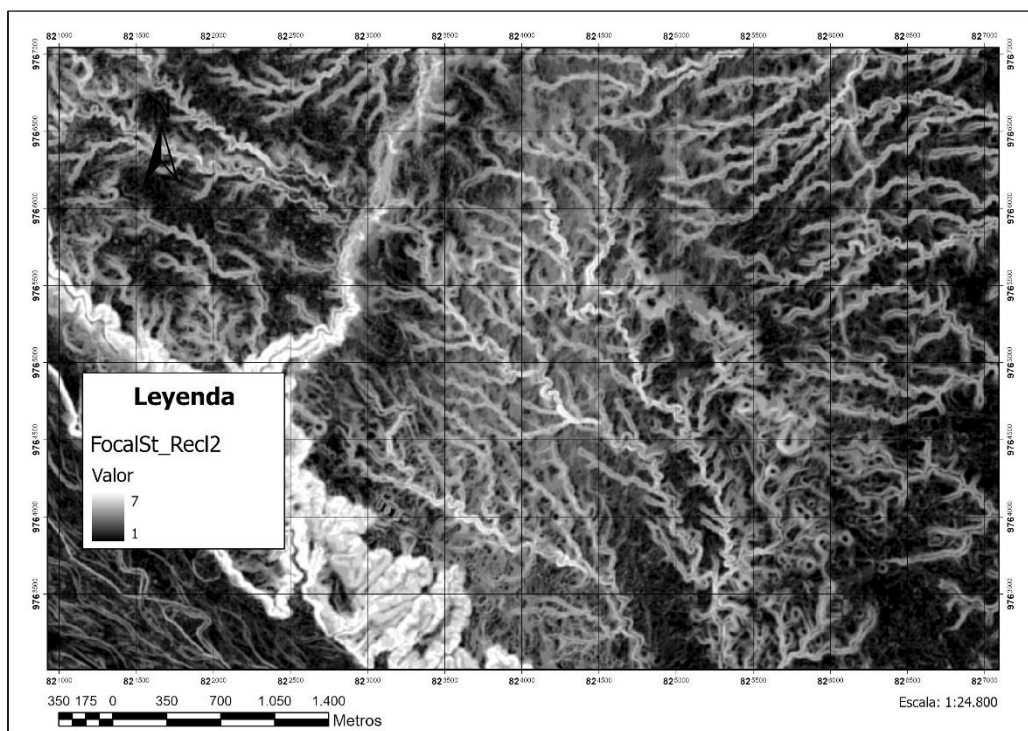
Luego de generar el raster inicial de pendientes (Slope_Upano_1) y clasificarlo en siete categorías basadas en el sistema IGAC (Reclass_Slope1), se implementó un proceso de generalización mediante la herramienta “Estadísticas focalizadas”. Esto, con el

objetivo de simplificar y suavizar la representación de los datos para destacar patrones a una escala más amplia y reducir el ruido o los detalles excesivos.

Esta herramienta se configuró con un vecindario circular de radio de 2 celdas, lo que abarcó un área aproximada de 314.16 m² por celda de análisis. Esto quiere decir que cada celda del raster generalizado representa el valor promedio de pendiente calculado dentro de un área circular con un radio de 2 celdas, equivalente a aproximadamente 314.16 m². Este vecindario circular es una zona de análisis que incluye todas las celdas dentro de una forma circular definida alrededor de la celda central (Esri, n.d.).

El valor estadístico seleccionado fue el valor medio (Mean), con el propósito de suavizar las variaciones bruscas en las pendientes originales, obteniendo así un raster que representaba la inclinación promedio dentro de cada vecindario analizado. De esta manera se redujo el ruido del modelo inicial y se destacó patrones espaciales a mayor escala.

Gráfico 20: Mapa generalizado de pendientes mediante Estadísticas Focalizadas.



Nota. El mapa muestra el raster generalizado obtenido mediante la herramienta “Estadísticas Focalizadas” de ArcGIS Pro. El análisis se realizó utilizando un vecindario circular con un radio de 2 celdas (equivalente a un área de 314.16 m² por celda). Elaboración propia.

3.7.4 Reclasificación del raster generalizado

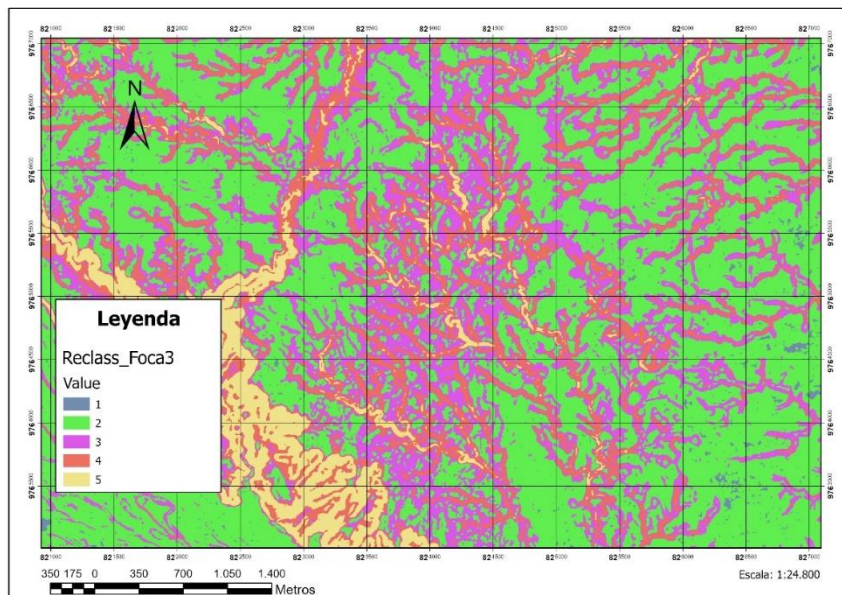
Una vez obtenido el raster suavizado, se procedió a su reclasificación utilizando la herramienta “Reclassify”; se realizó con el objetivo transformar los valores continuos en rangos predefinidos, por motivos de visualización. Este paso agrupó los valores continuos en categorías discretas, según los siguientes intervalos:

Cuadro 6: Reclasificación de valores del raster generalizado.

Rango de valores iniciales	Nuevo valor
1 – 3.188235	1
3.188235 – 4.341176	2
4.341176 – 5.611765	3
5.611765 – 7	4
NoData	NoData

Nota. La reclasificación fue realizada con la herramienta Reclassify de Spatial Analyst en ArcGIS Pro. Los intervalos definidos permitieron simplificar la interpretación del raster suavizado, asignando valores únicos que representan rangos específicos de pendiente. Elaboración propia.

Gráfico 21: Raster reclasificado del modelo generalizado de pendientes.



Nota. El mapa muestra el raster generalizado reclasificado en categorías discretas mediante la herramienta “Reclassify” de Spatial Analyst en ArcGIS Pro. Los intervalos definidos y los valores asignados están representados en la leyenda. El esquema de colores aleatorios fue aplicado para mejorar el contraste visual entre las categorías y facilitar la interpretación de las variaciones de pendiente en el área de estudio. Elaboración propia.

La reclasificación facilitó realizar la interpretación al asignar valores únicos a intervalos definidos. Esto a su vez permitió identificar variaciones de pendiente, a una escala más grande, dentro del área de estudio.

Asimismo, se aplicó un esquema de colores aleatorios al raster reclasificado, con el objetivo de resaltar visualmente las categorías resultantes. Este esquema mejoró el contraste entre las clases, ya que hizo más evidentes las diferencias entre zonas y permitió un análisis más intuitivo del modelo generalizado.

3.7.5 Reclasificación del Raster Generalizado a una escala de 78.54 m²

El mismo proceso se llevó a cabo utilizando el raster “FocalSt_Recl3”, generado a partir de la generalización del raster “Reclass_Slop1”. En esta etapa, se utilizó la herramienta Estadísticas focalizadas, configurándola en un vecindario circular de radio de 1 celda, lo que permitió analizar un área aproximada de 78.54 m² por celda. Se realizó este procedimiento con el objetivo de analizar la dinámica de pendiente en el sitio arqueológico Huapula.

El proceso se basó en la asignación de 14 clases con intervalos de pendiente definidos por los siguientes puntos de quiebre: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15, y 20. A cada clase se le asignó un valor único para simplificar la interpretación espacial, como se explica en el siguiente cuadro con rangos definidos y asignación de valores:

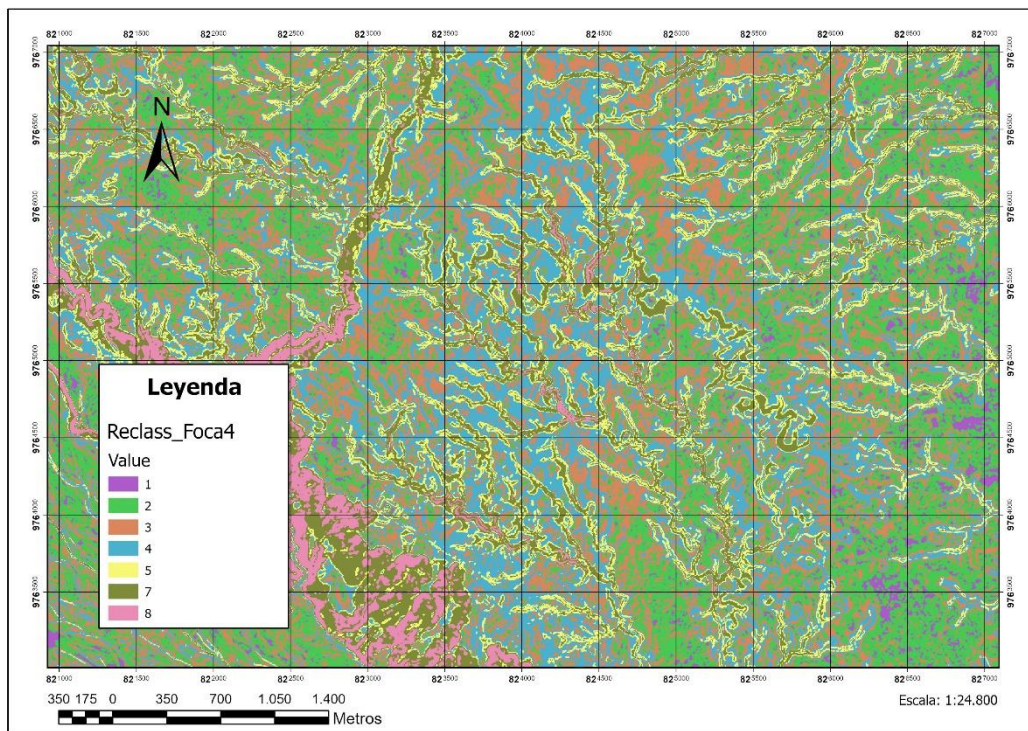
Cuadro 7: Reclasificación del raster generalizado.

Clase	Rango de pendiente (%)
1	1 – 2
2	2 – 3
3	3 – 4
4	4 – 5
5	5 – 6
6	6 – 7
7	7 – 8
8	8 – 9
9	9 – 10
10	10 – 12
11	12 – 15
12	15 – 20

Nota. El proceso de reclasificación fue realizado con la herramienta Reclassify en ArcGIS Pro, estableciendo 14 clases basadas en puntos de quiebre definidos manualmente (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15 y 20). Elaboración propia.

El raster “Reclass_Foca4” fue el resultado de este proceso, y se constituyó como una herramienta esencial para el análisis en esta investigación, ya que segmentó el terreno en clases que destacan rangos específicos de pendiente. De esta forma este producto permitió identificar zonas planas, inclinadas y escarpadas con precisión, facilitando la evaluación de la relación entre las características topográficas y las estrategias de manejo hídrico en contextos arqueológicos.

Gráfico 22: Raster reclasificado en 14 clases según intervalos manuales de pendiente.



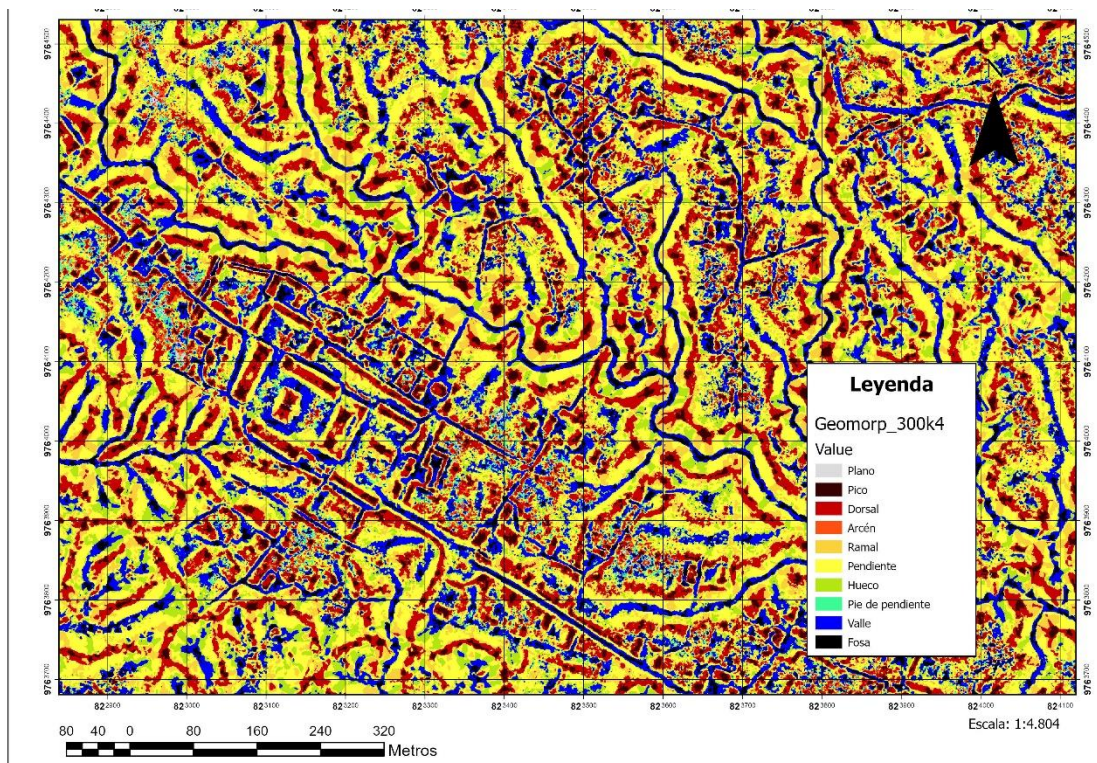
Nota. Nota. El raster “Reclass_Foca4” fue generado a partir del proceso de generalización del modelo de pendientes utilizando la herramienta “Estadísticas Focales” y posteriormente reclasificado en 14 clases discretas mediante la herramienta “Reclassify” de Spatial Analyst en ArcGIS Pro. Los puntos de quiebre fueron definidos manualmente (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15, 20) para segmentar el terreno según rangos específicos de pendiente en porcentaje. Elaboración propia.

3.8 Análisis de Geoformas

Finalmente, el último tipo de análisis que se realizó, fue un análisis de geoformas utilizando el modelo ráster "300km_SLRM_R50.tif". Este procedimiento se hizo con el objetivo de identificar y clasificar las características topográficas del terreno en diferentes tipos de formas de suelo (Jasiewicz & Stepinski, 2013); para esto se utilizó la herramienta “Formas de suelo geomórfonas”, disponible en la extensión Spatial Analyst. Por medio

de esta herramienta se calculó el patrón de geoformas de cada celda a partir de un Modelo Digital de Elevación (DEM), evaluando la configuración de elevación relativa en un vecindario definido alrededor de cada celda objetivo. Posteriormente, esta clasificó las configuraciones en 10 tipos de formas de suelo estándar.

Gráfico 23: Mapa de Geoformas del Área de Estudio



Nota: El mapa muestra las 10 formas de suelo estándar identificadas mediante el análisis geomorfológico realizado con el modelo ráster "300km_SLRM_R50.tif". La herramienta Formas de suelo geomorfológicas clasificó cada celda en categorías como plano, pico, dorsal, arcén, ramal, pendiente, hueco, pie de pendiente, valle y fosa, utilizando parámetros específicos. Elaboración propia.

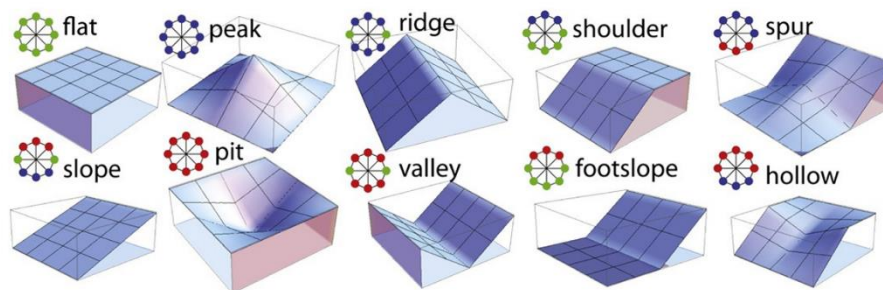
Para generar los resultados, se establecieron los siguientes parámetros en la herramienta "Formas de suelo geomorfológicas":

- Umbral de ángulo de terreno plano: 1 grado, para identificar áreas planas con pendientes menores o iguales a este valor.
- Unidades de distancia: Celdas (CELLS), configurando las distancias con base en el número de celdas del raster.

- Distancia de búsqueda: 40 celdas, para obtener información sobre el terreno circundante y mejorar la capacidad de clasificar una celda de destino como parte de una entidad de paisaje grande (Esri, n.d.).
- Distancia de omisión: 10 celdas, da lugar a un enfoque centrado en áreas más alejadas de la celda de destino y genera un ráster de formas de suelo clasificadas más suave (Esri, n.d.).
- Unidad Z: Metros (METER), garantizando cálculos precisos de diferencias de elevación (Esri, n.d.).

La herramienta evaluó la configuración de elevación relativa dentro del vecindario definido por los parámetros de búsqueda y omisión. Con base en estas configuraciones, se asignaron las celdas a 10 tipos de formas de suelo estándar, las cuales se describen a continuación.

Gráfico 24: Morfologías 3D simbólicas y sus geomorfones correspondientes (patrones ternarios) para los 10 elementos de formas de suelo más comunes.



Nota. Representación simbólica tridimensional de las 10 formas de suelo más comunes y sus geomorfomas correspondientes (patrones ternarios). Estas categorías incluyen plano, pico, cresta, arcén, ramal, pendiente, hueco, pie de pendiente, valle y fosa. Tomado de Jasiewicz y Stepinski, 2013, pp. 150.

Cuadro 8: Clasificación de las 10 formas de suelo más comunes en el análisis geomorfológico.

Nombre en Español	Nombre en Inglés	Descripción
Plano	Flat	Áreas completamente horizontales, sin pendiente notable.
Pico	Peak	Puntos elevados rodeados por pendientes en todas direcciones.
Dorsal	Ridge	Líneas elevadas que se extienden longitudinalmente, como crestas.
Arcén	Shoulder	Transiciones entre zonas elevadas y pendientes pronunciadas.
Ramal	Spur	Proyecciones de terreno hacia afuera desde una cresta o pendiente alta.
Pendiente	Slope	Superficies inclinadas que conectan diferentes niveles del terreno.
Hueco	Hollow	Depresiones o cavidades con pendiente hacia adentro.
Pie de pendiente	Footslope	Áreas de transición entre pendientes pronunciadas y superficies más planas.
Valle	Valley	Áreas bajas rodeadas por pendientes ascendentes en al menos dos lados.
Fosa	Pit	Depresiones cerradas sin salida hacia abajo para agua o material acumulado.

El cuadro presenta las 10 formas de suelo más comunes, categorizadas en español e inglés, según el análisis geomorfológico. Estas clasificaciones permiten identificar elementos clave del paisaje a partir de Modelos Digitales de Elevación (MDE). Inspirada en Jasiewicz y Stepinski (2013). Elaboración propia.

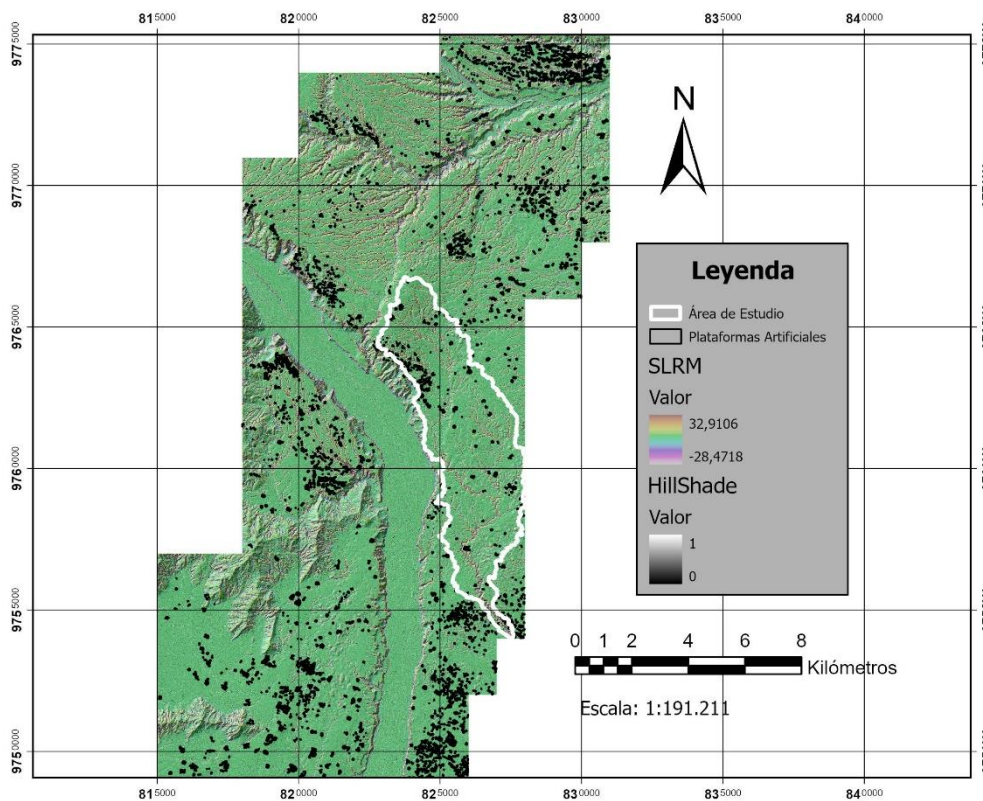
El análisis de geoformas permitió identificar rutas de flujo de agua y evaluar cómo las características topográficas influyen en la interacción de posibles dispositivos hidráulicos con el terreno. Asimismo, esta fue crucial para el análisis de la subcuenca hidrográfica del Huapula y la identificación de rutas de flujo de agua.

4. CAPITULO IV: Resultados y Discusión

4.1 Área de Estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en el Alto Upano, en la provincia de Morona Santiago; varios investigadores han denominado esta región como un valle enmarcado por la cordillera Real Andina al oeste y la cordillera del Cutucú al este, con sectores que presentan extensiones relativamente planas, interrumpidas por el cauce abrupto del Río Upano (Pazmiño, 2009); el cual constituye el eje hidrográfico principal de la región, cuya dinámica fluvial está definida por la interacción entre diversas subcuencas, como es el caso de la cuenca hídrica del Huapula, zona de estudio de la presente investigación.

Gráfico 25: Área de Estudio y Cuenca Hidrográfica del Río Huapula.



Nota. El mapa presenta el área de estudio delimitada por un polígono blanco que corresponde a la cuenca hidrográfica del Río Huapula. Delimitada sobre la “Visualización de MDTs del Valle del Upano (300 km²) resolución 50 cm”. Elaboración propia.

La subcuenca del Río Huapula está situada al margen izquierdo del Río Upano y gracias al modelamiento hidrológico multiescalar podemos decir, que abarca aproximadamente 30 km². El río nace a una altitud de 1.460 msnm, a unos 4 kilómetros al sudoeste de la localidad de Sinaí y se nutre de seis afluentes registrados en las cartas topográficas del Instituto Geográfico Militar (1996), donde sus aguas finalmente desembocan en el Río Yukipa. Su red de drenaje, clasificada mediante el método de Strahler, muestra variaciones según la resolución de los modelos digitales de terreno: a una resolución de 1 metro se le asigna un orden 6, mientras que a 0,5 metros alcanza un orden 7. Dentro de esta cuenca se encuentra el macrosentamiento de Huapula. Aunque cabe mencionar que el análisis hidrográfico realizado mediante la herramienta Basin de ArcGIS Pro, si bien mostró que gran parte del Sitio Arqueológico Huapula se encuentra contenido dentro de esta subcuenca, existe una sección al oeste del sitio que se superpone con la cuenca del Río Upano. Por ende, podemos afirmar que el sitio Huapula se enmarca no solo en la cuenca del río homónimo, sino también en la del Río Upano.

4.2 Contexto Geomorfológico y Ecológico

El sitio Huapula, se encuentra en la Alta Amazonía ecuatoriana, describiéndose como un espacio transicional entre los Andes y la Amazonía baja. Las condiciones ecológicas, geomorfológicas y climáticas particulares de esta región han influido significativamente en la configuración del paisaje y en las dinámicas culturales (Velasco Albán, 2016). La formación de la Alta Amazonía tiene sus orígenes en el periodo Cretácico de la era Mesozoica, cuando la cuenca amazónica experimentó una sedimentación de tipo plataforma, compuesta por conglomerados, areniscas, arcillas y calizas provenientes del este (Winckell, 1982), lo que dio lugar a relieves complejos que descienden desde las estribaciones orientales de los Andes hacia las llanuras amazónicas, configurando paisajes escalonados. Estas formaciones dan como resultado cuatro grandes conjuntos: “Los relieves y contrafuertes subandinos, los piedemontes periandinos, las colinas periandinas y, los valles y llanuras fluviales” (Winckell, 1997, pp. 4)

La Alta Amazonía, también llamada, flancos, estribaciones, región andino-amazónica, bosques montanos, selvas nubosas, bosques nublados, selva alta, ceja de selva y ceja de montaña (Moreno, Bernal & Espinosa, 2017), se configura por la conjugación de los relieves subandinos y piedemontes periandinos, caracterizados por su cubierta vegetal de ceja de montaña, compuesta por densos bosques húmedos. Ecosistema el cual alberga gran biodiversidad influenciada por un clima tropical húmedo, con

precipitaciones anuales de hasta 4000 mm y temperaturas que oscilan entre 12 °C y 27 °C (Velasco Albán, 2016; Salazar, 2000). Los piedemontes periandinos se dividen en dos categorías principales: los piedemontes altos, que descienden desde los 1500 m hasta los 300 m, y los piedemontes bajos, situados por debajo de los 600 m. Los cuales el son resultado de procesos morfogenéticos y sedimentarios que han creado relieves escalonados y depósitos aluviales continuos, esenciales para la dinámica hidrográfica de la Amazonía ecuatoriana (Winckell, 1982; Moreno, Bernal & Espinosa, 2017).

Asimismo, en las montañas que componen esta región, es común observar fenómenos atmosféricos, como el "mar de nubes", el cual se da cuando las nubes cubren valles, bosques y asentamientos bajo una capa densa de niebla que desaparece con el calor del día. Este proceso se da cuando los ríos atmosféricos, que transportan humedad condensada desde la Amazonía hacia las estribaciones andinas, generan "lluvia orográfica", debido a la presencia de la barrera montañosa. Este proceso convierte la humedad en torrentes superficiales que descienden por el piedemonte y alimentan los sistemas hidrográficos de la Amazonía baja (Moreno, Bernal & Espinosa, 2017). Estas condiciones no solo moldean el relieve, sino que también impactan en la vegetación local, generando bosques musgosos en áreas constantemente anegadas, los cuales actúan como una esponja ecológica que captura la humedad atmosférica y regula los flujos hídricos en el territorio (Wylie, 2021). En la actualidad grandes extensiones de esta región se componen de sembríos de pasto para alimentar ganado.

Muy importante para entender la región es la presencia del volcán Sangay, el cual ha experimentado al menos dos colapsos de flanco principales: el más antiguo (S1), ocurrido entre 250 y 100 mil años atrás, asociado con el colapso del edificio Sangay I y la construcción de Sangay II (Valverde et al., 2021), y el más reciente (S2), fechado en aproximadamente 30 mil años. Ambos eventos generaron avalanchas de escombros de gran magnitud, distribuyendo material volcánico en extensas áreas, en el piedemonte de la cuenca amazónica. El depósito S2, con un volumen estimado de 32.5 km³, se extendió hacia el noreste hasta 62 km desde el cráter del volcán, llegando a zonas como Palora; estas avalanchas dejaron como huella la presencia hummocks donde los de mayor tamaño se encuentran entre 40 y 50 km del volcán, posiblemente debido al impacto del flujo contra una cresta de 500 m de altura que redirigió su trayectoria (Bès de Berc, 2003). Esto es relevante en la medida en que se vislumbra un paisaje con plataformas artificiales y Hummocks, producto de los depósitos de avalancha, sobre los cuales se asentaron

pueblos precolombinos; los depósitos generaron una dinámica compleja en el paisaje, con lahares, depósitos fluviales y concreciones visibles en perfiles del Río Upano, lo que evidencia una notable estratificación en la región (Serrano, 2017). Estos depósitos, además, presentan facies homogéneas o mixtas, compuestas principalmente de bloques monolíticos y material exógeno, con afinidad petrogenética similar a los productos eruptivos del Holoceno tardío del Sangay (Bès de Berc, 2003; Valverde et al., 2021).

4.2.1 El Clima

El clima en la zona de estudio es definido como una interfase climática influenciada por los sistemas océano-atmosféricos del Pacífico y el Atlántico; donde el fenómeno ENSO y el monzón de verano sudamericano influyen en la variabilidad de las precipitaciones. Asimismo, los vientos del Atlántico aportan con humedad a través de la Amazonía, lo cual contribuye a lluvias intensas estimadas en más de 4000 mm anuales (Yépez & León, 2013; Bush et al., 2024). Esto influye en la configuración del bosque de neblina, caracterizado por una rica biodiversidad y epífitas que cubren los árboles (Bush et al., 2024). La temperatura oscila entre 12 y 27 °C, y la región presenta una vegetación típica de selva húmeda de piedemonte, con altos niveles de humedad generando lluvias constantes (Salazar, 2000; Yépez & León, 2013). Estas características climáticas han sido recurrentes incluso durante la época en que se desarrollaron los patrones constructivos prehispánicos de la Alta Amazonía, con niveles pluviométricos similares a los actuales (Guaigua Silva, 2024).

Además, estudios paleoecológicos en el lago Cormorán, situado a 5 km del sitio Huapula, evidencian 2770 años de actividad humana y transformaciones en la vegetación. Durante este tiempo, la región pasó de tener un bosque intacto alrededor del 770 a.C. a mostrar signos de deforestación y cultivo de maíz en el 570 a.C. Esto puede evidenciar una estrecha relación entre el clima y las actividades humanas (Bush et al., 2024). Asimismo, los ritmos circadianos determinan fluctuaciones diarias de nubosidad, lo que provoca variaciones extremas de temperatura que permiten experimentar las cuatro estaciones en un solo día. Este patrón se integra a la estacionalidad tropical, marcada por prolongados períodos de lluvia e intensas temporadas secas. Se dice que áreas cercanas a Puyo registran precipitaciones récord, lo que lleva a los locales a describir las estaciones como "invierno y diluvio" (Moreno, Bernal & Espinosa, 2017). Los habitantes de la actual hacienda de Huapula afirman que "En estaciones más húmedas las lluvias pueden prolongarse por días, semanas e incluso meses enteros" (Guaigua Silva, 2024, pp. 120).

Sin embargo, la dinámica estacional en la región se divide en tres periodos principales: la época seca (octubre), con baja precipitación y caudales mínimos; la época de transición (febrero), donde las lluvias comienzan a aumentar gradualmente; y la época de lluvias (mayo), caracterizada por máximas precipitaciones que elevan los niveles de agua, impulsan ciclos biológicos y modifican el paisaje (Anaguano-Yancha, 2017).

Otros estudios paleoecológicos en lagos cercanos, como el Ayauch y el Kumpak, indican que la región experimentó fluctuaciones climáticas significativas que afectaron tanto los ecosistemas como las actividades humanas (Yépez & León, 2013). Periodos de sequía en el Alto Upano e inundaciones en el Alto Napo documentados entre el 600 y el 1200 d.C. coinciden con cambios culturales importantes, como las transiciones entre las tradiciones alfareras Upano y Huapula (Yépez & León, 2013). Estos eventos refuerzan la idea sobre la estrecha relación entre las dinámicas climáticas regionales y los patrones de ocupación humana en la región (Bush et al., 2024).

4.2.2 Los Suelos

La pedogénesis de la región está influenciada por la interacción dinámica de los ríos con los materiales depositados en las gradientes escalonadas del relieve, derivadas de la morfogénesis de la región (Velasco Albán, 2021). Los suelos aluviales, desarrollados sobre materiales sedimentarios recientes, muestran características que reflejan procesos de erosión y sedimentación complejos en terrazas aluviales con variaciones altitudinales (Zebrowski & Sourdat, 1997). En particular, las terrazas más antiguas, como las de los ríos Pastaza, Palora y Upano, están cubiertas por cenizas volcánicas eólicas altamente evolucionadas (Haplohumults). El Río Upano está influenciado por el Sangay, puesto que transporta sedimentos gruesos con altos niveles de minerales pesados (26%), mientras que los ríos del macizo de Cutucú, con menor herencia volcánica, presentan depósitos más finos y una concentración significativamente menor de minerales pesados (2.2%) (Sourdat & Custode, 1980). Estas dinámicas geológicas y edáficas configuran un mosaico diverso en el suelo, configurado tanto por procesos fluviales como por aportes volcánicos.

La provincia de Morona Santiago se encuentra en el Corredor Limón-Gualaquiza, una franja de la estructura anticlinal del Santiago, conocida como grupo Limón, que abarca tres formaciones sedimentarias cretácicas: areniscas, cuarcitas, pelitas, margas y calizas. Este paisaje escalonado, con altitudes entre los 2.000 y 500 msnm, presenta suelos caracterizados por asociaciones de amarillos y pardos, con perfiles ferralíticos y

pseudoferralíticos remodelados por procesos de coluvionamiento (Sourdat & Winckell, 1997, pp. 324; Velasco Albán, 2021). En la zona norte, dentro del subcorredor Macas-Méndez, la depositación de cenizas volcánicas ha dado lugar a andosoles hidratados (Velasco Albán, 2021). En los piedemontes, predominan superficies cimera planas, con suelos desarrollados sobre areniscas, conglomerados o arenas volcánicas, excepto en áreas cercanas al piedemonte donde los andosoles beige, formados sobre cenizas volcánicas, reflejan múltiples episodios de sedimentación gruesa, como los observados en las desembocaduras secundarias del Río Upano (Sourdat & Winckell, 1997, pp. 332).

Los Hydrandepts, una subcategoría de los andosoles hidratados, se caracterizan por ser suelos profundos y sueltos formados sobre cenizas meteorizadas de color amarillo-ocre, con una textura areno-limosa y una capacidad de retención de agua de hasta el 300% de su peso, además de propiedades tixotrópicas. Su capa superficial es rica en materia orgánica (43%) y nutrientes (10 meq/100 g), con una saturación del 33%. Sin embargo, a partir de los 40 cm de profundidad presentan severos procesos de lixiviación, reduciendo su fertilidad (3% de saturación y 2 meq/100 g). Estos suelos tienen un pH ácido que se intensifica en las capas superiores, con un contenido de fósforo abundante pero fijado y niveles de potasio extremadamente bajos (Sourdat & Custode, 1980, pp. 5). Los Hydrudands, desarrollados bajo las condiciones climáticas de la región (temperatura media anual de 20 °C y precipitaciones de hasta 5000 mm anuales), se caracterizan por ser suelos profundos con una estructura bien definida y baja densidad aparente ($<0.8 \text{ g/cm}^3$), lo que les confiere un buen drenaje general. Sin embargo, en áreas de pendiente plana, el aumento del contenido de arcilla en los horizontes profundos puede restringir el movimiento del agua en el perfil (Sánchez, Merlo, Haro, Acosta y Bernal, 2018); este fenómeno ha sido reportado en la zona de estudio (Salazar, 2000; Serrano Ayala, 2017).

Los suelos de las zonas pantanosas o mal drenadas presentan un espesor variable entre 50 cm y 3 m, con un horizonte superior compuesto por material orgánico fibrico parcialmente descompuesto que se encuentra sobre un horizonte arcilloso con alto potencial de riqueza nutricional (Sourdat & Custode, 1980). Un ejemplo de estas características se observa en el sitio arqueológico Jurumbaino, ubicado en una zona pantanosa rodeada por un pantano al este, sur y suroeste. Estas condiciones influyeron significativamente en su ocupación prehispánica, ya que las áreas pantanosas generalmente carecieron de asentamientos humanos con plataformas debido a sus

condiciones desfavorables para la habitabilidad, sin embargo, se ha encontrado material cultural cuya naturaleza está en proceso de análisis (Yépez & León, 2013).

Como se ha mencionado los paisajes fluviales, caracterizados por pendientes moderadas o planicies, presentan alta susceptibilidad a inundaciones y encharcamientos debido a la naturaleza arcillosa de sus suelos. Este tipo de suelo, al ser altamente impermeable en el sentido de estar saturado por precipitaciones anteriores y elevados niveles freáticos, no puede absorber nuevas cargas de agua lluvia, resultando en acumulaciones superficiales. Así, las constantes precipitaciones y la saturación previa generan condiciones propicias para inundaciones severas (Sánchez et al., 2018; Guaigua, 2024).

La distribución de yacimientos arqueológicos en el Alto Upano revela una tendencia a ubicarse en planicies aluviales con suelos medianamente profundos, mientras que áreas con lomas convexas de suelos poco profundos y ondulaciones con suelos profundos y mal drenaje no presentan evidencia cultural significativa. Esta preferencia sugiere que las sociedades prehispánicas seleccionaron espacios con buen drenaje (Serrano Ayala, 2017). Además, la mediana profundidad del suelo, su proximidad al material parental y características como texturas menos arcillosas, baja acidez y menor toxicidad aluminica favorecieron un mayor potencial agrícola en estas áreas, haciendo del drenaje un factor determinante en el uso del suelo en la región (Custode & Sourdat, 1986, p. 332; Serrano Ayala, 2017).

En el Sitio Arqueológico Huapula, específicamente en el basural La Lomita, se observan modificaciones químicas del suelo relacionadas con los procesos de depósito de desechos durante la ocupación de los montículos; estos procesos resultaron en un enriquecimiento de minerales como el manganeso y fósforo orgánico. Estas evidencias apuntan a una relación entre la formación de suelos antrópicos y el aumento del potencial productivo, lo que sugiere que el modelo de basural contribuyó significativamente a la mejora de la fertilidad del suelo en la zona (Velasco Albán, 2021).

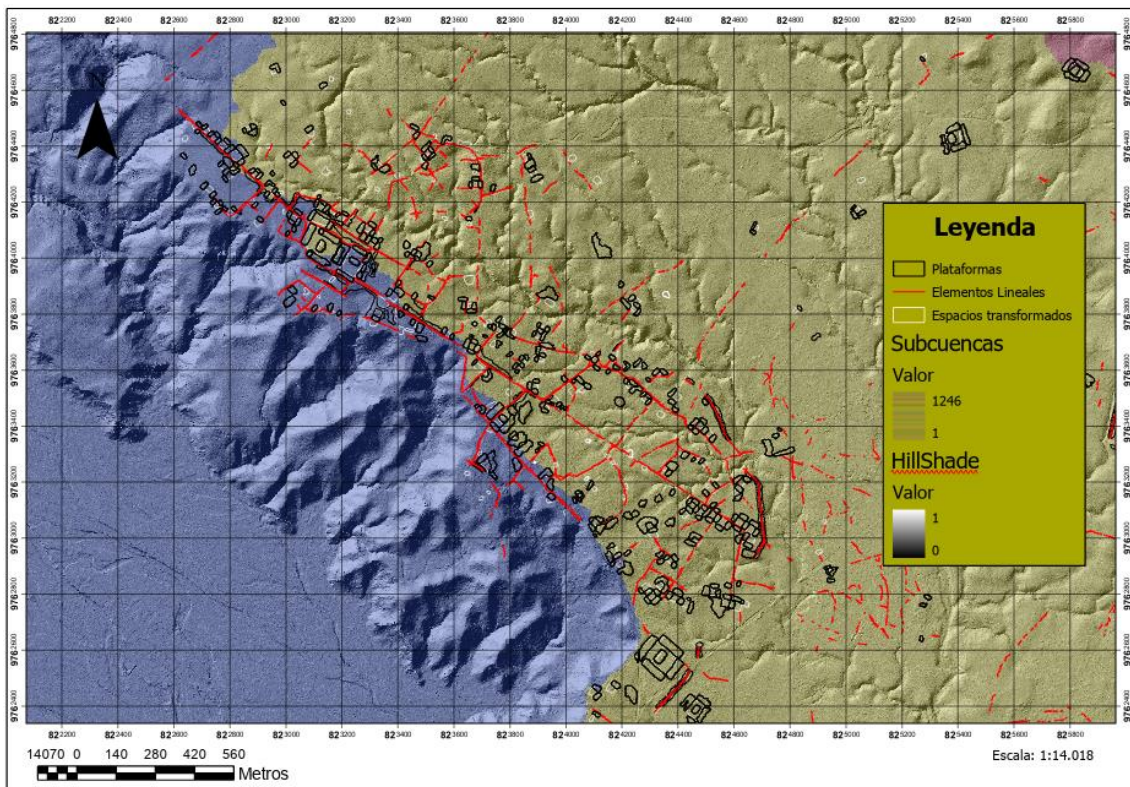
4.3 Análisis geoespacial y geomorfológico de la cuenca hídrica del Río Huapula

4.3.1 Análisis de la Digitalización y Visualización de MDTs

La digitalización de elementos arqueológicos en la cuenca hídrica del Río Huapula, llevada a cabo mediante el uso de la “Visualización de MDTs del Valle del Upano (300 km²) resolución 50 cm”, permitió obtener una visión detallada sobre la

distribución y organización espacial de las estructuras en el paisaje. Este proceso facilitó, en primer lugar, la clasificación de anomalías en el terreno y, en segundo lugar, reveló patrones clave sobre la interacción entre las estructuras culturales y la morfología del terreno, evidenciando una intencionalidad que puede entenderse como la agencia humana en la configuración de este paisaje (Balée & Erickson, 2006; Crumley, 2020), donde son evidentes tanto los procesos culturales como ecológicos.

Gráfico 26: Digitalización de Elementos Arqueológicos en las Cuencas del Huapula y Upano.

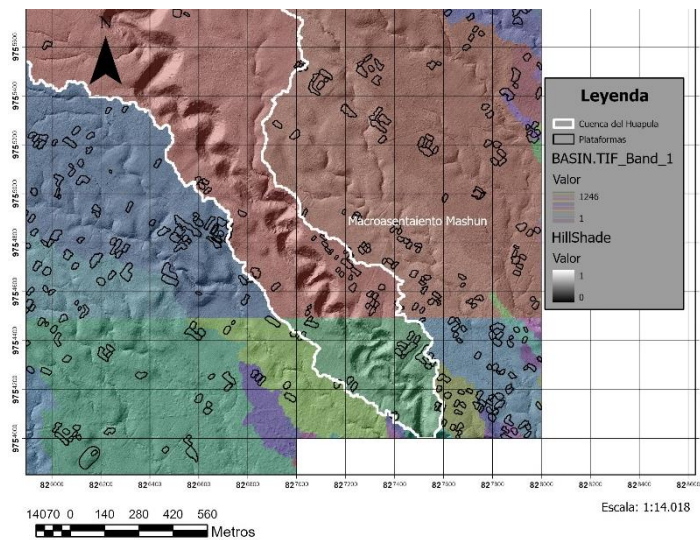


Nota. El mapa presenta la digitalización de elementos arqueológicos en las cuencas del río Huapula (en amarillo) y Upano (en morado), utilizando los modelos de delimitación Cuencas y Hillshade. La representación incluye plataformas, rebordes, plazas y elementos lineales identificados mediante polígonos y líneas. Elaboración propia.

En total, se identificaron 713 plataformas artificiales distribuidas a lo largo de la cuenca del Río Huapula, de las cuales 446 se ubican en el macroasentamiento de Huapula. Estas estructuras evidencian la transformación del paisaje y el patrón de asentamiento que Porras (1987) identificó como resultado de un manejo planificado del terreno. Sin embargo, es importante señalar que algunas plataformas forman parte de complejos arqueológicos más amplios que trascienden los límites hidrográficos de la cuenca, como ocurre con los macroasentamientos de Mashun y el propio Huapula (Gráficos 26 y 27).

Por este motivo, se propone que futuras investigaciones de esta índole prioricen el análisis basado en sitios arqueológicos, en lugar de centrarse únicamente en las delimitaciones de cuencas hidrográficas.

Gráfico 27: Macroasentamiento Mashun y su Relación con los Límites Hidrográficos de la Cuenca del Río Huapula y el Río Mashun.



Nota. El mapa muestra la ubicación de macroasentamientos, como Mashun, en relación con los límites hidrográficos de la cuenca del Río Huapula (polígono blanco). Se observa que varias plataformas arqueológicas trascienden los límites de la cuenca. Elaboración propia.

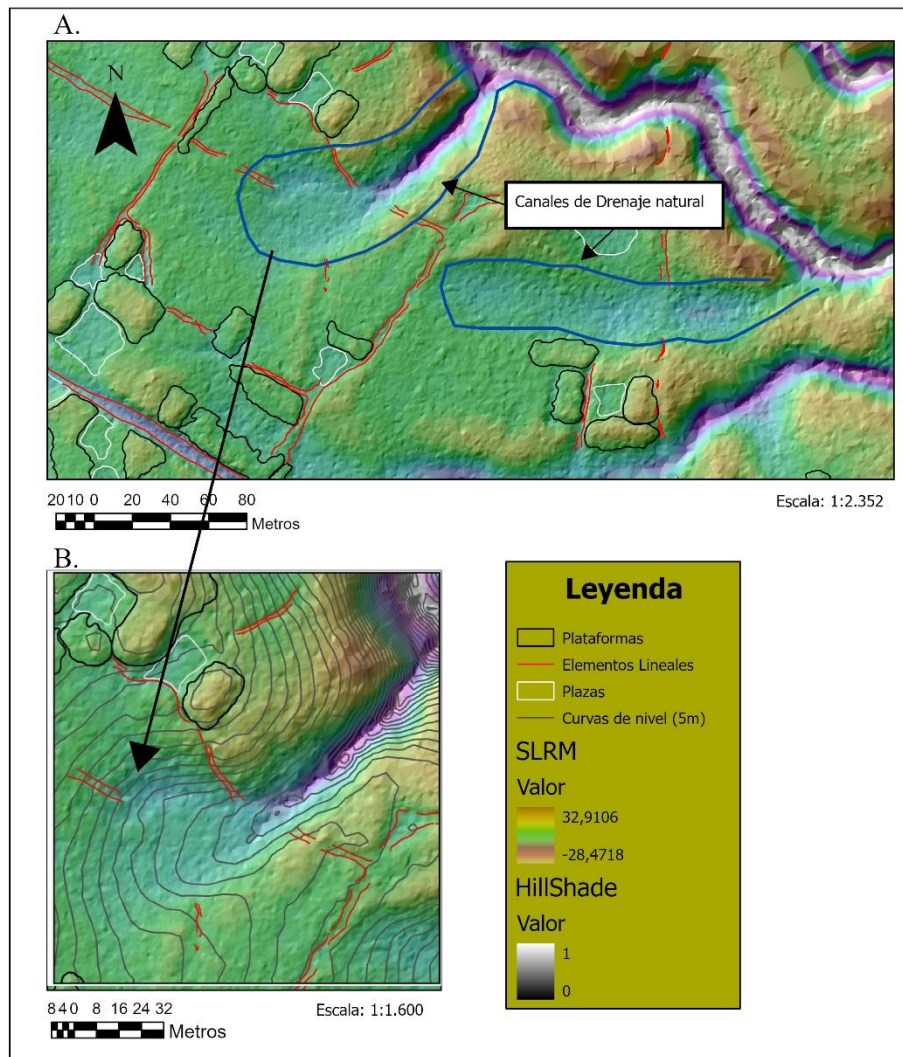
Además, se registraron 305 espacios transformados en la cuenca del Huapula, de los cuales 178 se encuentran en el Sitio Arqueológico Huapula, donde predominan las plazas, seguidas por las plazoletas.

Respecto a las polilíneas en total, se digitalizaron 2.881 polilíneas, que representan elementos lineales inicialmente clasificados de manera genérica como “caminos”. Sin embargo, siguiendo la tipología propuesta por Sánchez-Polo & Álvarez Litben (2023), estos elementos incluyen una combinación de caminos, canales de drenaje y fosos; a pesar de no haber clasificado estos elementos en los mapas generados, debido a la gran cantidad de polilíneas resultantes, para referirnos a estas estructuras negativas de origen antrópico empleamos la categoría “elementos lineales”, donde su posible función es explicada de manera particular.

Lo más significativo de la digitalización y visualización de MDTs fue que mientras se realizaba este proceso se logró la identificación de una geoforma previamente no descrita en la bibliografía arqueológica del Alto Upano, a la que hemos denominado

“canales naturales de drenaje”, dada su función en la dinámica hídrica de la región. Es evidente la relación espacial entre las estructuras arqueológicas y el entorno natural. Donde los “canales naturales de drenaje”, están estrechamente relacionadas con la organización espacial del macroasentamiento Huapula.

Gráfico 28: Identificación y Caracterización de Canales Naturales de Drenaje en el Macroasentamiento Huapula.



Nota. A. Vista general de dos canales naturales de drenaje identificados mediante la digitalización y visualización de MDTs. Estas depresiones comienzan en zonas altas del terreno como áreas amplias y poco profundas, con bordes difusos que captan agua lluvia de las pendientes circundantes. B. Detalle del canal, donde se observa cómo la forma se estrecha y los bordes se vuelven más definidos a medida que desciende, creando canales bien delimitados capaces de conducir agua de manera concentrada. La relación entre estas geoformas y la inclinación natural del terreno es evidente. Elaboración propia.

En el Gráfico 28, se puede observar un ejemplo de canal natural de drenaje. Como se aprecia estas depresiones inician en las zonas más altas del terreno, donde aparecen como áreas amplias y poco profundas, con bordes difusos que se mezclan con el terreno circundante; este diseño sugiere que estas áreas funcionan como puntos de captación de agua lluvia que fluye desde las pendientes adyacentes.

A medida que el canal desciende, su forma cambia ya que podemos notar cómo las depresiones se estrechan gradualmente, los bordes se vuelven más definidos, creando canales bien delimitados que tienen la capacidad de conducir el agua de forma más concentrada. La forma recuerda al perfil de una cuchara: un inicio amplio y plano que se reduce progresivamente hacia un canal alargado; la relación de estos canales naturales con las pendientes del terreno es evidente, puesto que estas geoformas aprovechan la inclinación natural del terreno para guiar el flujo hídrico. Gracias al Gráfico 28 se puede observar que la pendiente varía en intensidad, desde inclinaciones moderadas hasta pronunciadas, de esta manera se asegura que la escorrentía de agua lluvia fluya hacia áreas más bajas del paisaje. Finalmente, en la parte inferior del canal, vemos cómo estos se integran a sistemas de drenaje mayores, como riachuelos o cursos de agua más definidos.

4.3.2 Análisis de pendientes según el Sistema IGAC

El análisis de pendientes reclasificado en siete categorías, siguiendo el sistema del Instituto Geográfico Joaquín Codazzi (IGAC), permitió detectar áreas con características topográficas que influyen en el curso del agua, donde las pendientes suaves pueden indicar zonas favorables para la acumulación de agua, mientras que las pendientes pronunciadas pueden señalar estructuras diseñadas para controlar el flujo o condiciones naturales del relieve que faciliten el mismo.

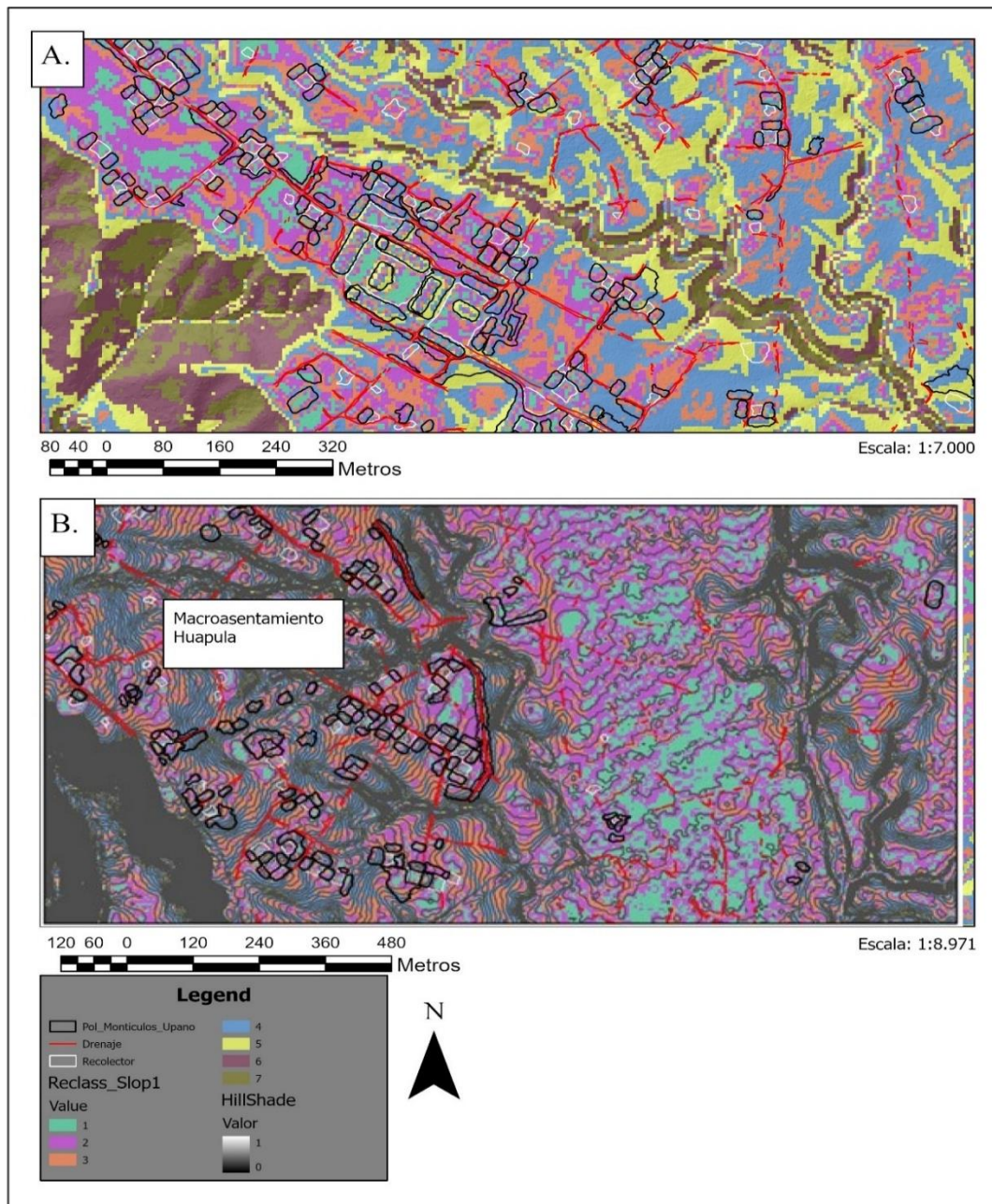
Cuadro 9: Clasificación de pendientes según el sistema IGAC.

Categoría	Descripción	Rango (%)	Cantidad de Píxeles	Porcentaje del Área Total (%)
1	Plano	0–3%	156.041	13,59%
2	Ligeramente plano	3–7%	296.829	25,86%
3	Ligeramente inclinado	7–12%	237.800	20,72%
4	Fuertemente ondulado	12–25%	272.733	23,76%

5	Fuertemente quebrado	25–50%	139.692	12,17%
6	Escarpado	50–75%	29.122	2,54%
7	Muy escarpado	>75%	15.585	1,36%
Totales			1.147.802	100,00%

Nota: Elaboración propia a partir del análisis de pendientes reclasificado conforme al Sistema IGAC, utilizando datos derivados de Modelos Digitales de Terreno (MDT) procesados en el marco de esta investigación.

Gráfico 29: Distribución de Pendientes Reclasificadas en el Macroasentamiento Huapula y su Entorno



Nota. A: Muestra un sector del sitio Huapula, donde las categorías 1 (plano) y 2 (ligeramente plano) predominan. Las pendientes mayores (categorías 4 y 5) aparecen en áreas relacionadas con el drenaje natural. B: Presenta la región este del sitio Huapula, con curvas de nivel a 5 metros, evidenciando un terreno de naturaleza plana. Este sector está menos intervenido. Elaboración propia.

4.3.2.1 Análisis Descriptivo de Cada Categoría

1. *Plano (0–3%)*: Las áreas planas constituyen el 13,59 % del área total de la cuenca del Río Huapula. Están distribuidas por toda la terraza aluvial y, en la mayoría de los casos, no parecen estar relacionadas con modificaciones antrópicas del terreno, sino que la geoformología natural del terreno, por diversos factores, asumió esta característica. Sin embargo, en el contexto arqueológico, hay casos donde la pendiente pareció ser aplanada intencionalmente. En nuestra zona de estudio, este fenómeno se evidencia en el norte de Huapula, ya que las plazas del complejo principal muestran pendientes de 0 a 3 %. Asimismo, en el sitio Huapula, sector noroeste, este fenómeno se manifiesta, pero no en estructuras arqueológicas con tipologías definidas, sino en zonas adyacentes a los complejos (Gráfico 29). Sin embargo, por su organización espacial, existe una clara asociación, lo cual puede indicar que estas zonas fueron aplanadas de manera que el agua no sea drenada tan significativamente como en otros espacios del mismo sitio arqueológico. Esto no significa que las sociedades buscaron una inundación intencionada en la zona, sino que la función que probablemente tuvo este espacio, por diseño, buscó equilibrar el tiempo de inundación y evacuación de agua (Ortega, s.f.).

2. *Ligeramente plano (3–7%)*: Con el 25,86 % del área total, esta es la categoría más predominante en el paisaje. Estas pendientes están asociadas en la mayoría de los casos con la categoría 1, que corresponde a terrenos clasificados como “planos”, lo cual nos hace pensar que, si analizamos la relación de ambas categorías dentro del paisaje, estas nos muestran terrenos de naturaleza plana; asimismo, como vimos anteriormente, las características de los suelos de la zona pueden clasificarse como suelos con un alto potencial de escorrentía, ya que tienen tasas de infiltración muy lentas cuando están bien mojados (Ortega, s.f.). Existe una zona al este del sitio Huapula, bordeada por dos riachuelos, con poca presencia de canales de drenaje natural y muy pocos complejos de plataformas; lo curioso de esta área es que el mapa de pendientes muestra cómo la mayor parte presenta pendientes categorizadas entre las categorías 1 y 2, donde el mapa indica que en este sector la pendiente es más pronunciada en el norte y se va aplanando a medida que desciende, sin embargo, hay que considerar que la categoría 2 permite la escorrentía moderada del agua sin generar problemas significativos de erosión, lo que las hace ideales para asentamientos y cultivos (Sánchez & Suazo, 2020). En cuanto a patrones espaciales, podemos decir que sí se observa la presencia de estructuras arqueológicas asociadas con estas pendientes.

3. *Ligeramente inclinado (7–12%)*: Representando el 20,72 % del área total, estas pendientes son transicionales entre terrenos planos y zonas más pronunciadas. Se afirma esto porque el mapa permite observar una relación entre esta categoría con la categoría 4 (12–25 %) y las categorías 1 y 2, donde esta categoría funciona como una especie de transición. Asimismo, muchos complejos arqueológicos se encuentran sobre esta pendiente, ubicados en las laderas de colinas suaves, lo que proporciona estabilidad relativa para construcciones humanas y canales artificiales de drenaje. En términos arqueológicos, en estos sectores se pueden encontrar plataformas elevadas que interactúan con el terreno, integrándose con la morfología existente.

4. *Fuertemente ondulado (12–25%)*: Con el 23,77 % del área total, estas pendientes son comunes en terrenos intermedios que combinan estabilidad relativa y mayor escorrentía. Por esta razón, estas áreas son cruciales para el drenaje natural, ya que concentran la escorrentía hacia zonas más bajas del paisaje; de hecho, esta categoría está directamente asociada con los denominados canales de drenaje natural, ya que en su origen los drenajes naturales adoptan esta categoría hasta adquirir la categoría 5 (25–50 %). La distribución de algunos complejos arqueológicos sobre esta pendiente resultó un hallazgo curioso, ya que indica la cercanía de los complejos arqueológicos con canales de drenaje natural.

5. *Fuertemente quebrado (25–50%)*: Esta categoría cubre el 12,17 % del área total, reflejando zonas de mayor inclinación; estas pendientes son típicas de zonas de ladera donde la erosión es más activa, generando bordes definidos y concentrando el flujo hídrico (Ibáñez, Moreno y Gisbert, 2011), en estas áreas existe una limitación para la ocupación directa, pero desempeñan un papel importante en la dinámica hídrica, conectando zonas altas con sistemas de drenaje mayores. Los canales de drenaje naturales están predominantemente compuestos por esta categoría, lo cual facilita su identificación en los MDT.

6. *Escarpado (50–75%)*: Las pendientes escarpadas constituyen el 2,54 % del área total y se localizan en sectores específicos con fuertes inclinaciones. Estas zonas están asociadas con el barranco del Upano y el relieve de los riachuelos, lo que indica que esta categoría sirve para identificar procesos de erosión.

7. *Muy escarpado (>75%)*: Con solo el 1,36 % del área total, estas pendientes extremadamente pronunciadas representan los sectores más abruptos del paisaje;

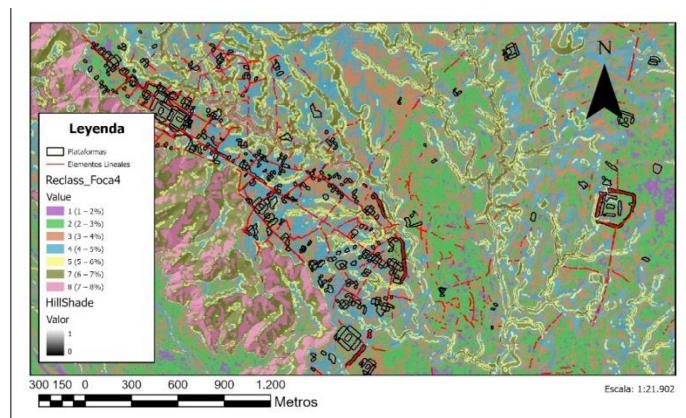
generalmente, se encuentran en zonas marginales, como zonas profundas del barranco o pendientes erosionadas.

De esta forma, vemos que existe un predominio de pendientes suaves e intermedias, donde más del 60 % del área está clasificado entre las categorías “ligeramente plano” (3–7 %) y “fuertemente ondulado” (12–25 %), lo que sugiere un paisaje con un equilibrio entre estabilidad y escorrentía eficiente. Estas categorías representan áreas donde existen elementos arqueológicos como evidencia de asentamientos Upano.; la reclasificación de pendientes según el sistema IGAC permitió identificar cómo las diferentes categorías de pendiente influyen en la distribución de estructuras arqueológicas, la red de drenaje y la organización espacial general del área de estudio.

4.3.2.2 Pendientes generalizadas reclasificadas y su relación con el sitio Huapula

Si bien en nuestro análisis se implementó un proceso de generalización mediante la herramienta “Estadísticas focalizadas”, cuyo objetivo fue simplificar y suavizar la representación de los datos para destacar patrones a una escala más amplia y reducir el ruido o los detalles excesivos, en el caso del ráster “Reclass_Foca3”, que generalizó las pendientes en cinco categorías, permitió analizar la pendiente de nuestra zona de estudio a una escala muy amplia. Lo más interesante fue observar que el sitio Huapula presenta dos categorías de pendientes predominantes, las cuales se pueden sectorizar en la pendiente de la zona norte y la de la zona sur del sitio, donde la zona norte es más plana en comparación con la zona sur.

Gráfico 30: Mapa de Pendientes Generalizadas y Reclasificadas en el Sitio Huapula



Nota. La figura presenta la pendiente del área de estudio obtenida mediante la herramienta "Estadísticas Focalizadas", con generalización de datos para facilitar la interpretación a gran escala. Elaboración propia.

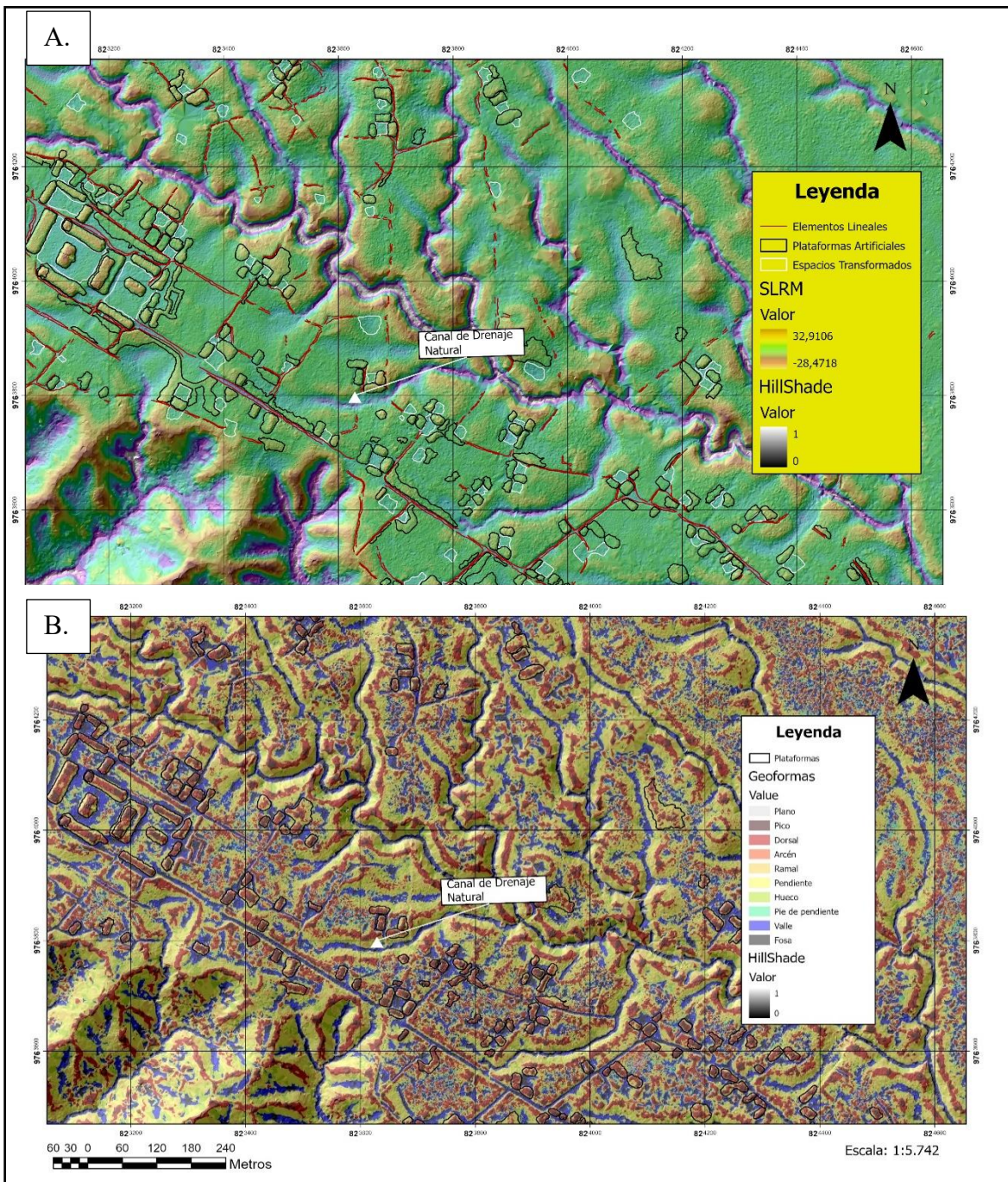
Asimismo, este mapa evidenció que, dentro de la cuenca hídrica del Río Huapula, la zona con mayor pendiente es donde se ubica el sitio Huapula, mientras que en otras áreas de la cuenca hay presencia de plataformas, aunque no con la misma densidad que en el sitio Huapula. Sin embargo, estos complejos arqueológicos se encuentran muy cercanos a los canales de drenaje natural.

El ráster “Reclass_Foca4” apoyó esta idea, aunque las pendientes no se mostraron tan generalizadas como en el ráster anteriormente mencionado. Este ráster fue muy similar al que permitió el análisis de pendientes reclasificadas en siete categorías siguiendo el sistema del Instituto Geográfico Joaquín Codazzi (IGAC); sin embargo, permitió observar que la zona al este del sitio Huapula está predominantemente compuesta por pendientes que varían entre el 2 % y el 3 %, mientras que el sitio Huapula está compuesto mayoritariamente por pendientes entre el 4 % y el 5 %, no obstante, en la zona norte del sitio, las pendientes toman valores más bajos.

4.3.3 Resultados: Geoformas del Área de Estudio

El análisis geomorfológico permitió clasificar el terreno del área de estudio en 10 tipos principales de formas de suelo mediante la herramienta "Formas de suelo geomórfonas". Esta clasificación estuvo basada en la configuración relativa de elevaciones y pendientes, proporcionando una representación detallada de la morfología del terreno (Gráfico 31).

Gráfico 31: Sitio Huapula: Elementos Digitalizados y Clasificación de Geoformas.



Nota. A. Mapa del sitio Huapula que muestra los elementos digitalizados, incluyendo elementos lineales (líneas rojas), plataformas artificiales (rectángulos negros) y espacios transformados (rectángulos blancos). Se destacan tanto estructuras de origen antropogénico como canales de drenaje naturales. B. Clasificación geomorfológica del sitio Huapula. El mapa presenta las 10 geoformas identificadas (Plano, Pico, Dorsal, Arcén, Ramal, Pendiente, Hueco, Pie de Pendiente, Valle y Fosa) mediante el análisis geomorfológico, sobre una base de sombreado de relieve (Hillshade) que resalta el contraste topográfico del área. Elaboración propia.

El ráster categorizado mostró valores entre 1 y 10, representando las 10 formas de suelo identificadas; el promedio de los valores fue de 5.88, lo cual refleja que en el paisaje predominan geoformas intermedias, como Pendiente (VALUE = 6) y Dorsal (VALUE = 3). En este sentido la desviación estándar evidencia una coexistencia significativa de formas contrastantes, puesto que esta tiene un valor de 2.25; esto es importante para asegurar que nuestra zona de estudio presenta gran heterogeneidad en el terreno.

A continuación, se presentan las estadísticas generales:

Cuadro 10: Distribución de Geoformas en el Área de Estudio

Categoría	Tipo de Geoforma	Número de Celdas	Porcentaje del Área Total (%)
1	Plano	1.181.972	1,03%
2	Pico	4.706.994	4,10%
3	Dorsal	19.639.028	17,11%
4	Arcén	5.067.388	4,41%
5	Ramal	13.953.338	12,15%
6	Pendiente	31.293.819	27,26%
7	Hueco	10.894.211	9,49%
8	Pie de Pendiente	5.592.870	4,87%
9	Valle	17.811.605	15,52%
10	Fosa	4.655.797	4,06%
Totales		114.797.022	100,00%

Nota. El cuadro presenta la distribución de las 10 categorías de geoformas identificadas en el área de estudio, incluyendo el número total de celdas (COUNT) y el porcentaje correspondiente del área total. Elaboración propia.

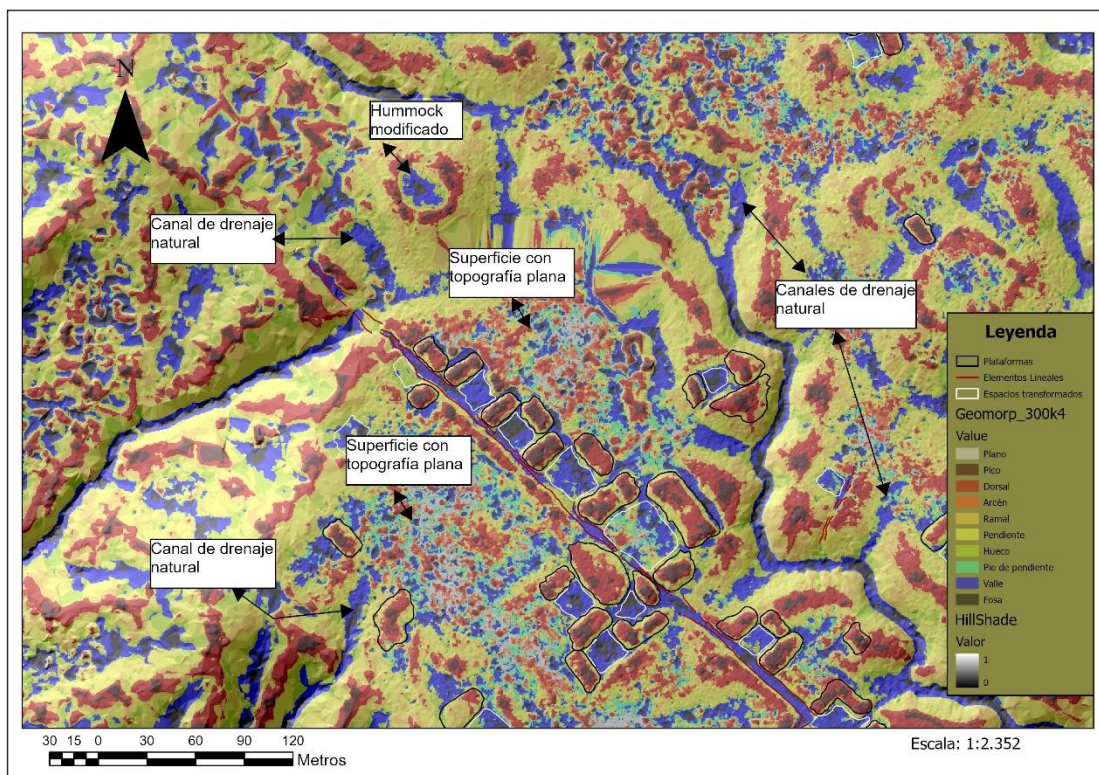
Análisis por Categoría

Pendiente (VALUE = 6): Esta categoría es la más representada, con un total de 31.293.819 celdas, equivalente al 27,26 % del área total. Su predominancia subraya que el terreno se caracteriza por ser inclinado, lo cual define los patrones de flujo hídrico y sedimentación. Las pendientes amplias y distribuidas a lo largo del paisaje indican un terreno dinámico y complejo, donde los procesos geomorfológicos y las intervenciones humanas interactúan entre sí, configurando un paisaje arqueológico (Crumley, 2020).

Es importante considerar este aspecto, ya que un componente clave en el diseño de sistemas de drenaje superficial es la capacidad del terreno para dirigir el agua hacia la

red principal (Ortega, s.f.). En este sentido, un terreno dominado por pendientes facilitará la capacidad de drenaje en suelos de naturaleza arcillosa, sin embargo, aunque el porcentaje general de pendiente sea alto, no implica que toda la región sea de pendiente uniforme; más bien, esta geoforma es una característica predominante que se expresa de forma diversa. Además, las observaciones realizadas en esta investigación permitieron entender que la geoforma "pendiente" tiene una estrecha relación con los canales naturales de drenaje, ya que en la mayoría de los casos esta los rodea.

Gráfico 32: Clasificación Geomorfológica y Elementos Asociados del Sitio Huapula, sector noroeste

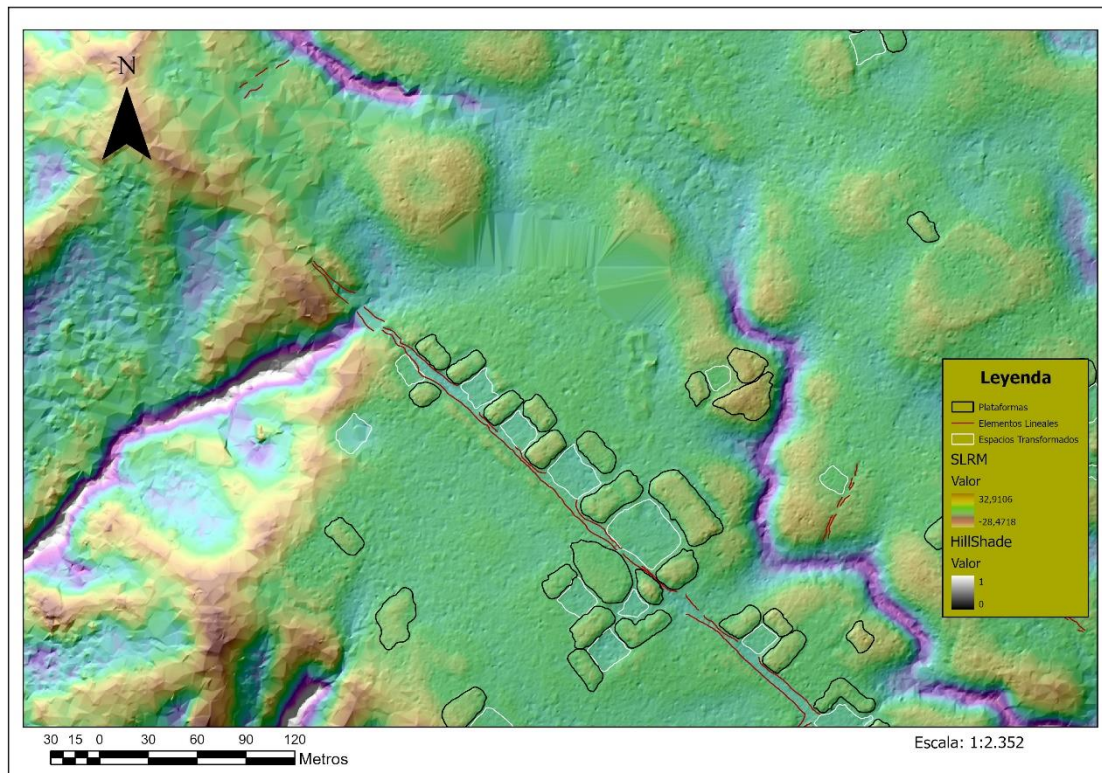


Nota. El mapa muestra la distribución de las principales geoformas del sitio Huapula, como Pendiente, Dorsal, Valle y Plano, que se combinan con elementos asociados, incluidos canales de drenaje naturales y superficies con topografía plana. Las plataformas artificiales se representan como áreas delimitadas en negro, mientras que los espacios transformados en blanco y elementos lineales en rojo. Estos a su vez se observan integrados en el paisaje arqueológico. Elaboración propia.

Dorsal (VALUE = 3): Con 19.639.028 celdas, esta categoría abarca el 17,11 % del área total, lo que la convierte en la segunda más predominante. Esta categoría está comúnmente asociada a líneas elevadas, como divisorias de aguas, además de plataformas

antropogénicas y hummocks. La presencia de dorsales señala una segmentación topográfica marcada.

Gráfico 33: Vista General del Área noroeste del Sitio Huapula sin Clasificación de Geformas



Nota. La figura muestra el área del sitio Huapula representada en la figura anterior, pero sin la clasificación de formas. Se destacan elementos arqueológicos, como plataformas (rectángulos en negro), elementos lineales (líneas rojas) y espacios transformados (rectángulos blancos), junto con la topografía base representada mediante sombreado de relieve (Hillshade) y valores del índice SLRM. Elaboración propia.

Valle (VALUE = 9): La geofoma valle, que representa el 15,52 % del área total (17.811.605 celdas), es la más importante para este estudio, ya que, en la mayoría de los casos, está asociada directamente con la dinámica de drenaje de la cuenca hidrográfica del Huapula. Esta geofoma predomina en las zonas bajas y en formas negativas del paisaje, tanto de origen natural como antropogénico.

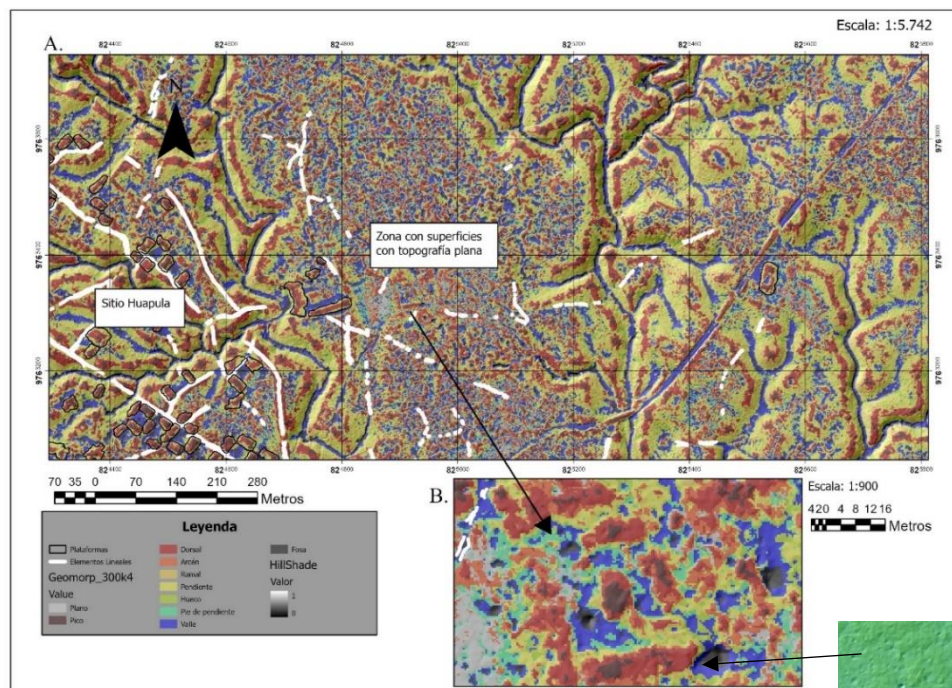
La geofoma valle está estrechamente vinculada a sistemas de drenaje natural y procesos erosivos, en varios casos, estas áreas presentan asociaciones con pendientes cercanas y depresiones profundas (geofoma fosa), lo que refuerza su papel en la dinámica hídrica regional (Brito & Piedra, 2021).

Hueco (*VALUE* = 7): Los huecos cubren un 9,49 % del área total, con 10.894.211 celdas. Este tipo de depresiones es frecuente en áreas cercanas a canales de drenaje natural u otras zonas asociadas a la acumulación de sedimentos. Su distribución resalta tanto procesos geomorfológicos naturales como posibles intervenciones antrópicas.

Plano (*VALUE* = 1): Con solo el 1,03 % del área total (1.181.972 celdas), esta categoría se encuentra limitada a áreas horizontales, frecuentemente adyacentes a complejos arqueológicos; estas zonas podrían haber sido intencionalmente niveladas, aunque su propósito específico no puede confirmarse sin un estudio más detallado. Un ejemplo claro de esto es la zona noroeste del sitio Huapula (Gráficos 32 y 33).

Además, esta geoforma también está presente en áreas con escasa presencia de canales naturales de drenaje, como en las zonas al este de este macroasentamiento, pasando el riachuelo aledaño; estas áreas cuentan con pocas estructuras arqueológicas en forma de plataformas o espacios transformados, pero muestran una alta densidad de zanjas entrecruzadas (Gráfico 34). Los sitios con geoformas planas son también comunes en asentamientos contemporáneos.

Gráfico 34: Clasificación Geomorfológica y Elementos Identificados al Este del Sitio Huapula



Nota. A. Mapa de la zona al este del sitio Huapula, donde hay presencia de geoformas como “Plano” (*VALUE* = 1) en áreas horizontales con escasa presencia de estructuras arqueológicas como plataformas, pero una cantidad significativa de elementos lineales. B. Detalle ampliado del análisis geomorfológico que evidencia cómo las categorías Dorsal (*VALUE* = 3) y Pico (*VALUE* = 2) resaltan un complejo arqueológico. El contraste cromático permitió identificar plataformas que no eran evidentes en capas como Hillshade o SLRM. Elaboración propia.

Es importante señalar que esta geoforma no se distribuye de forma homogénea, como ocurre con la geoforma pendiente, sino que se manifiesta en pequeños espacios rodeados de otras geoformas; sin embargo, en áreas donde estas son predominantes, se caracterizan por ser superficies con topografía plana a una escala más amplia, lo que podría indicar restricciones para el desagüe, a diferencia de otras zonas.

Fosa (VALUE = 10): Representando el 4,06 % del área total (4.655.797 celdas), las fosas corresponden a depresiones cerradas que probablemente actúan como sumideros; estas geoformas están comúnmente asociadas a la geoforma valle, ubicándose dentro de ésta.

En este marco podemos decir que el análisis geomorfológico muestra la relación entre geoformas elevadas (Pico, Dorsal) y formas depresivas (Valle, Hueco, Fosa), las cuales interactúan para dar forma al paisaje; la predominancia de la forma “Pendiente” y su distribución en toda el área evidencian el carácter abrupto y fragmentado de la topografía. Al mismo tiempo, las geoformas menos frecuentes, como Plano y Fosa, destacan por su localización focalizada en sectores de baja energía topográfica, más propensos a retener el agua proveniente de la lluvia.

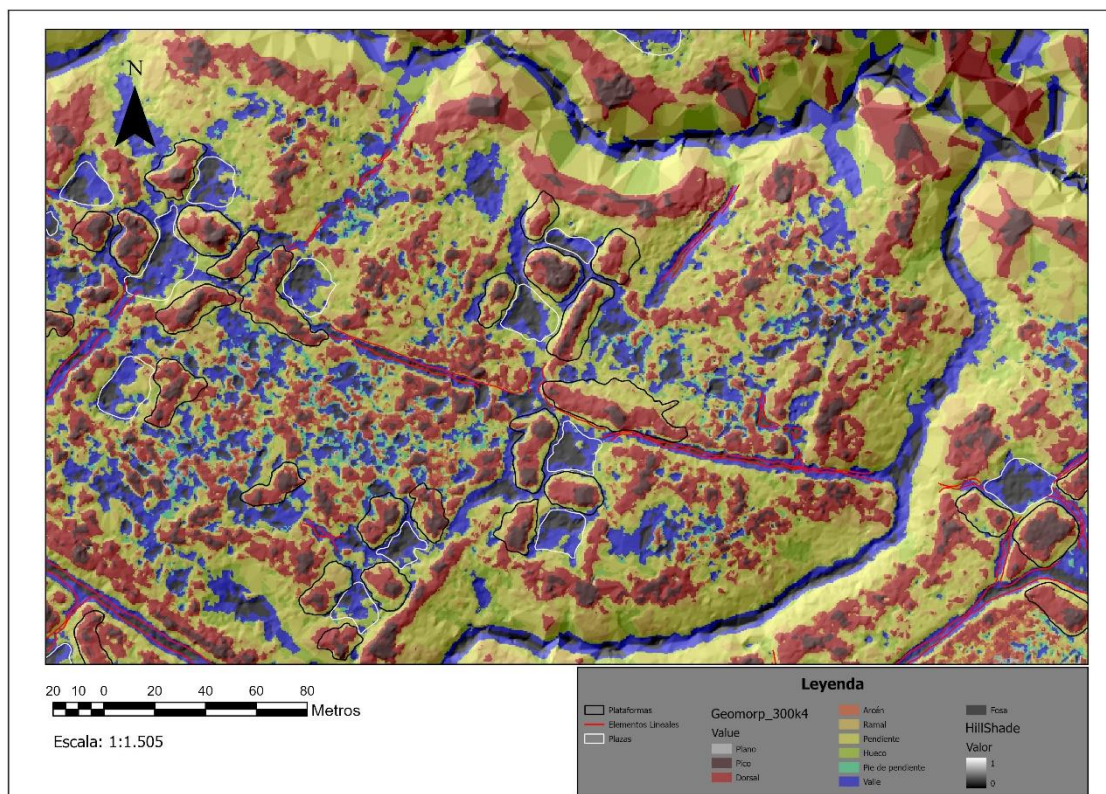
Interacción de Geoformas y Modificaciones Antropogénicas en el Paisaje

El mapa de geoformas es una herramienta muy útil para analizar patrones en la configuración topográfica, tanto de elementos naturales como de modificaciones antropogénicas. Por una parte, las estructuras arqueológicas presentan una complejidad notable, donde las plataformas artificiales destacan por una secuencia geomorfológica característica, que incluye la geoforma “Pico” en la cima, seguida por “Dorsal”, “Ramal”, “Pendiente” y culminando en “Hueco” en la base.

Las plazas y plazoletas se destacan como espacios definidos por la geoforma "Valle", con concentraciones de "Fosa" en sus centros, lo que sugiere intervenciones diseñadas para nivelar y profundizar el terreno. Según Pazmiño (2021), estos espacios, debido a su configuración topográfica, probablemente se utilizaron para actividades comunales; un rasgo característico de las plazas, especialmente en los macroasentamientos, es la presencia de una plataforma central, generalmente más elevada que el resto del espacio. Este elemento establece una distinción clara entre las áreas que podrían interpretarse como espacios públicos, asociados a actividades comunales y ceremoniales, y zonas residenciales (Pazmiño, 2021).

Sin embargo, el mapa de geformas permitió observar la relación entre las plazas y elementos lineales conectados con canales de drenaje naturales, tanto en su disposición como en sus geformas, lo que podría sugerir una vinculación entre las plazas y la red colectora de agua para el sistema de drenaje superficial (Gráfico 35), de hecho, Guaigua Silva (2024), al referirse a estos espacios transformados, no los denomina “plazas”, sino “recolectores de agua”. A pesar de esto, se sugiere tener cautela con dicha interpretación mientras no existan más excavaciones en plazas que permitan comprender mejor su configuración.

Gráfico 35: Relación entre Plazas, Elementos Lineales y la Red de Drenaje Natural en el Sitio Huapula



Nota. El mapa muestra cómo la geforma Valle (en azul) incluye plazas, elementos lineales, y la red colectora principal de agua, evidenciando una posible conexión entre estos espacios transformados y los canales de drenaje naturales. Elaboración propia.

Los elementos lineales de origen antrópico, como caminos, canales de drenaje y fosos, están asociados principalmente con las geformas “Valle” y “Fosa”. Por su parte, los canales naturales de drenaje presentan una estructura compleja, con geformas de “Valle” en el centro, flanqueadas por “Pendiente” y “Pie de Pendiente”, y en algunos

casos acompañadas por “Hueco”. Esto sugiere que la herramienta “Formas de suelo geomórfonas” puede identificar los procesos de erosión y sedimentación característicos de la dinámica hídrica.

El análisis geomorfológico también permitió identificar estructuras arqueológicas previamente no digitalizadas, gracias al contraste cromático del mapa, especialmente el rojo asociado a la geoforma “Dorsal”; sumado a esto, ofreció una precisión mejorada en la delimitación de estructuras como plataformas y zanjas, mientras que elementos naturales, como canales de drenaje, se hicieron más evidentes en comparación con otras capas de análisis, como Hillshade o SLRM (Gráfico 34).

El análisis geomorfológico fue muy útil para analizar el terreno con detalle, ya que permitió identificar patrones que conectan la topografía natural con las intervenciones humanas; las plataformas, plazas y elementos lineales sugieren una gestión planificada del paisaje, aprovechando las geoformas existentes para optimizar el diseño y la funcionalidad de las estructuras. Asimismo, la interrelación entre las categorías predominantes, como “Pendiente”, “Dorsal” y “Valle”, es evidencia de un terreno dinámico y transformado, mientras que las formas menos comunes, como “Plano” y “Fosa”, adquieren relevancia en sectores específicos, aunque su naturaleza aún se encuentra en debate.

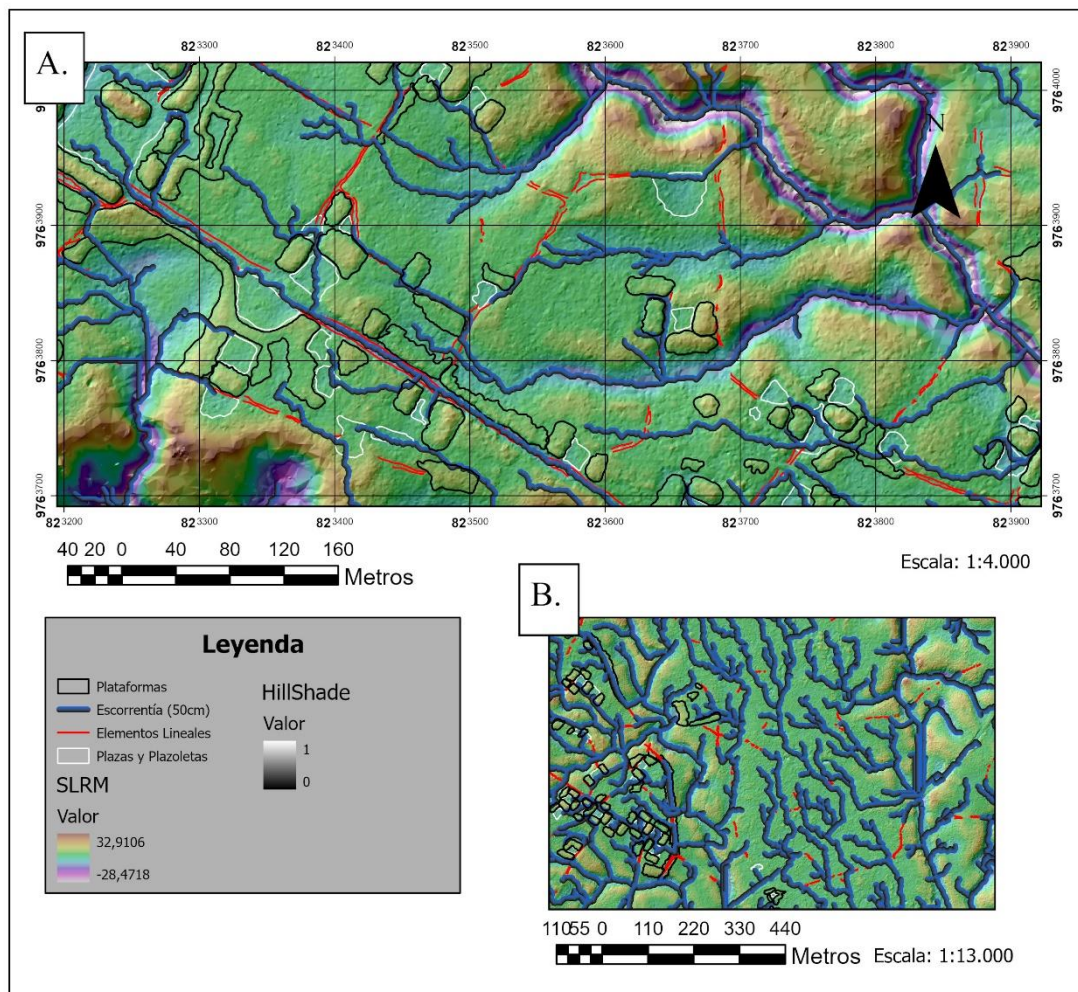
4.4 Dinámica hídrica y gestión del agua en el macroasentamiento Huapula

Hablar del ciclo hídrico en el sitio Huapula es esencial porque permite comprender las dinámicas naturales que moldearon el paisaje y su relación con las intervenciones humanas, como parte de la cuenca hidrográfica del Río Upano, el sitio Huapula se integra en un sistema de drenaje complejo que recoge y transporta aguas hacia un punto de salida común (Brito & Piedra, 2021). En este caso la subcuenca del Río Huapula, actúa como un reservorio natural que captura la precipitación y facilita su flujo hacia ríos (Miranda, Chacha, & Costales, 2021).

Por esta razón, en esta investigación hacemos uso del “Modelamiento de Redes de Drenaje”, ya que esta evidencia la dinámica del agua superficial tras la precipitación, una vez que el suelo se satura porque la cantidad de agua supera su capacidad de drenaje.

Tras la precipitación, el sistema suelo-cobertura, una vez saturado, inicia su periodo de escorrentía; el modelamiento de drenajes permite identificar zonas de entrada donde la escorrentía, clasificada como de orden 1 según el método de Strahler, comienza su flujo; en varios casos, esta escorrentía se dirige directamente hacia los canales de drenaje natural. Al superponer el mapa de geformas, se observa que estos flujos siguen los cursos definidos por la geofoma "valle" (Gráfico 37).

Gráfico 36: Modelamiento de redes de drenaje en el sitio Huapula



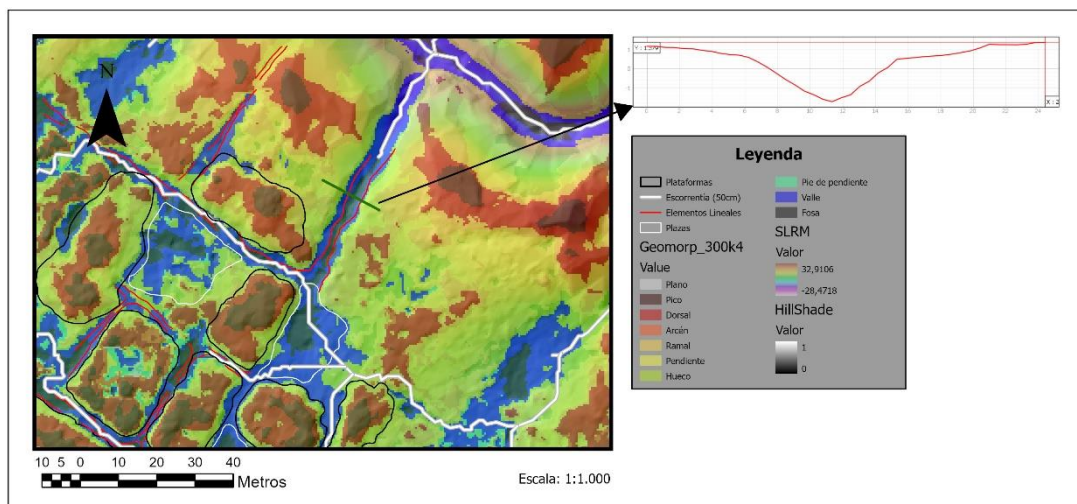
Nota. A. Representación de las redes de escorrentía en el macroasentamiento Huapula, con canales de drenaje natural (azul y negro), plataformas (negro) y elementos lineales (rojo). B. Detalle del este del sitio, mostrando la relación entre las escorrentías y las plazas y plazoletas. Elaboración propia.

El flujo de agua inicia principalmente en las plazas. Esta característica ha llevado a autores como Guaigua (2024) a asociar dichas estructuras con una función en la red de captación de agua. Posteriormente, la escorrentía sigue los cursos definidos por elementos lineales, como caminos o canales de drenaje. Muchos de estos elementos conectan directamente con el riachuelo ubicado al este del sitio Huapula, y continúan su trayecto.

Por esta razón, estos elementos han sido clasificados como “camino” debido a su función de conexión entre complejos. Sin embargo, la particularidad del terreno y la relación evidente entre estos elementos y el agua sugieren una doble funcionalidad: facilitar tanto la movilidad de personas como el drenaje del exceso de agua.

El modelamiento de drenajes también permite identificar posibles canales de drenaje, aunque estos no son particularmente abundantes en el sitio Huapula. Esto podría explicarse porque el lugar está conectado a canales de drenaje natural y presenta una inclinación del terreno que favorece la evacuación del agua. De esta manera, se puede concluir que, en varias zonas del sitio, no existieron restricciones significativas para que el agua drenara eficientemente.

Gráfico 37: Canal de drenaje artificial con su perfil



Nota. Representación de un canal de drenaje artificial identificado en el sitio Huapula. El mapa detalla la ubicación del canal (azul), en relación con las plataformas (negro) y las geoformas circundantes según el modelo geomorfológico (Geomorp_300k4). El perfil topográfico, mostrado en la parte superior, refleja la variación altitudinal característica del canal, destacando su construcción intencional en el paisaje. Elaboración propia.

En todos los casos, cuando el flujo de agua se dirige hacia los canales naturales de drenaje, el orden de la escorrentía cambia a orden 2; esto resalta la importancia de estos canales como componentes principales del sistema de drenaje. Las culturas Upano, al construir sus complejos, identificaron y aprovecharon una red colectora natural, caracterizada por la capacidad del terreno para dirigir el agua hacia colectores principales, en este caso, los canales de drenaje natural, éstos actuaban como intermediarios entre las

construcciones y los ríos. Además, las características del terreno representaron una ventaja constructiva, en línea con los postulados de Serrano Ayala (2017), quien menciona que las sociedades del Alto Upano se asentaron en espacios con buen drenaje, esto podría explicar, por ejemplo, la escasa presencia de complejos arqueológicos al este del sitio Huapula, en áreas de superficie plana, y la total ausencia de ellos en la zona central de esta región.

No obstante, la ubicación del sitio Huapula puede obedecer a múltiples factores, como la cercanía al volcán Sangay, tal como señaló Porras (1987), y no exclusivamente a las características del terreno. Sin embargo, proponemos que la presencia de numerosos canales de drenaje natural asociados a elementos lineales puede evidenciar que la geomorfología desempeñó un papel clave en la selección del sitio; estos factores habrían facilitado el drenaje del terreno, mientras que la proximidad de estructuras arqueológicas a los canales de drenaje natural podría reflejar un patrón intencional relacionado con la planificación de las poblaciones al construir sus complejos.

Las características hidrológicas en este macroasentamiento destacan la relevancia de la gestión del agua en un paisaje complejo; en este contexto, las cuencas hidrográficas actúan como sistemas que estructuran el flujo del agua, integrando elementos topográficos, edáficos y climáticos que determinan la distribución de la escorrentía superficial y la infiltración (Ibáñez, Moreno, & Gisbert, 2011). Como hemos visto en el sitio Huapula, las pendientes juegan un papel crucial en este proceso, ya que las áreas con inclinaciones bajas favorecen la acumulación de agua, mientras que las pendientes más pronunciadas canalizan el flujo hacia sistemas de drenaje antropogénicos, como zanjas y canales hasta llegar a los canales naturales (Ortega, s.f.). Esto evidencia una interacción directa entre las características naturales del terreno y las modificaciones humanas, evidenciando un proceso de domesticación del paisaje (Balée, 2006; Balée, 2010).

Es relevante considerar que para entender cómo las sociedades Upano adaptaron su infraestructura a las dinámicas del entorno; resulta esencial ahondar en los factores climáticos, como las precipitaciones intensas y frecuentes, junto con la baja permeabilidad del suelo, que ha sido descrita anteriormente, desde esta perspectiva podemos afirmar que estas promovieron la creación de sistemas de drenaje mitigaran el exceso de agua superficial. Estas obras incluyeron zanjas que dirigieron el agua hacia colectores principales, minimizando el estancamiento (Sánchez & Suazo, 2020). En

Huapula, las características del terreno reflejan un diseño planificado que buscaba equilibrar el tiempo de inundación y evacuación del agua (Ortega, s.f.).

4.5 Marco Comparativo

A continuación, se describe y compara tres sitios arqueológicos definidos como macroasentamientos, los cuales resultan fundamentales para completar esta investigación; la elección de estos sitios responde a dos criterios principales: las diversas interpretaciones propuestas por otros investigadores y las diferencias en sus características geomorfológicas. En primer lugar, se aborda el macroasentamiento de Huapula, que constituye el principal objeto de estudio, en segundo lugar, se analizará el sitio de Najempaim/Kunguints, y, por último, se incluirá el macroasentamiento de Kilamope.

4.5.1 Huapula

El sitio arqueológico de Huapula (también conocido como Sangay) es el macroasentamiento más estudiado en la cuenca del Río Upano, ya que fue el primero en ser ubicado y mapeado, de éste, siempre se ha destacado su tamaño, planificación espacial y monumentalidad, ubicado sobre una franja de terreno de aproximadamente 2,4 kilómetros de largo y 300 metros de ancho, está limitada por el barranco del Río Upano al oeste y el Río Huapula al este. El terreno desciende gradualmente en dirección noroeste-sureste, destacando la proyección conocida como "La Lomita", que se ubica al sur del complejo principal en el sector B (Salazar, 1998; Velasco Albán, 2016).

Se ha mapeado 446 plataformas, 13 colinas truncadas, 7 montículos y plazoletas, agrupadas en 76 complejos interconectados mediante una extensa red de caminos, algunos rodeados por elementos lineales como fosos y terraplenes. Estos sistemas de comunicación interna se extienden hacia otros conjuntos cercanos, formando una especie de red con Jurumbuno Alto y Bajo, así como con Junguna (Sánchez-Polo & Álvarez Litben, 2023), lo que refuerza la idea en la importancia de la conexión como eje en la región.

La planificación arquitectónica del sitio es evidente en la disposición de complejos monticulares interconectados por caminos y canales de drenaje, clave en esta investigación donde se pretende que esta atendió a las condiciones del declive en el terreno. Estas estructuras incluyen zanjas profundas en forma de "U", cavadas a considerable profundidad, interpretadas como sistemas de drenaje y vías de tránsito

diseñadas para aprovechar el declive natural del terreno (Salazar, 1998). Como el denominado "Canal de la Orilla", excavado en el marco del proyecto "Sangay-Upano", que recorre el Sector B de este a oeste; en este elemento lineal se identificaron cuatro capas: una vegetal, intermedia, y arcilla clara y amarilla, donde se llegó a la conclusión que el canal fue cavado hasta la arcilla más compacta (Salazar, 1998; Velasco Albán, 2016). Además, otra zanja en el Complejo 11 presenta características similares; la zanja profunda, parte del camino Upano, podría haber servido para desplazarse sin ser visto o evitar vistas no planificadas (Salazar, 2000). La combinación de zanjas y caminos en Huapula no es casual, estos posiblemente actuaban como elementos multifuncionales que servían no solo para el drenaje, sino también como límites físicos y visuales entre los caminos y las áreas adyacentes.

La Lomita

En cuanto a "La Lomita" se puede decir que es una proyección "prominente en el sector B del complejo Huapula" (Velasco Albán, 2016, pp. 84). Las investigaciones han identificado este lugar como un área de drenaje abandonado, donde se acumularon desechos, incluyendo cerámica y materiales líticos. Este basural ha proporcionado datos culturales clave para establecer cronologías, aunque estas aún están en debate. Las excavaciones en La Lomita han permitido comprender las actividades de desecho realizadas durante las ocupaciones del sitio, las cuales alteraron significativamente las características naturales del suelo, definiéndose como suelos antrópicos (Velasco Albán, 2016).

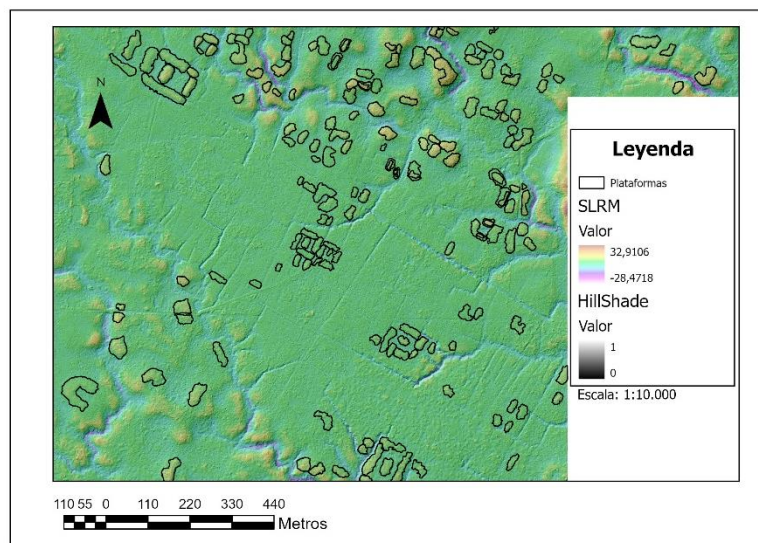
4.5.2 Kilamope

El sitio arqueológico Kilamope, inicialmente conocido como Santa Rosa (Salazar, 1998), está ubicado al sur de Huapula, en la orilla izquierda del Río Upano, a 1075 metros de altura y a 320 metros al este del borde de la terraza que domina el cauce del Upano. Fue identificado gracias a su cercanía de 100 metros con la carretera Macas-Puyo. El terreno se eleva aproximadamente 70 metros por encima del río, ofreciendo una vista directa hacia un manantial situado a los 30 metros sentido sur, que origina un arroyo (Rostain, 2023, p. 7).

En este macroasentamiento se identificaron elementos como plataformas, estructuras lineales y posibles áreas agrícolas con un patrón asociado a campos drenados (Rostain et al., 2024). Entre 1999 y 2001, se llevaron a cabo excavaciones en diversas

zonas del complejo, revelando un conjunto arquitectónico compuesto por un montículo central y cuatro montículos periféricos. El montículo central, de casi 2 metros de altura, es el más pequeño, pero también el más alto del conjunto. Los montículos periféricos presentan dimensiones homogéneas, con alturas entre 1 y 1,4 metros y superficies de 350 a 410 m² (Rostain, 2023).

Gráfico 38: Configuración geomorfológica y elementos arquitectónicos en el sitio Kilamope



Nota. La figura muestra la distribución de plataformas y zanjas en el sitio arqueológico Kilamope, destacando posibles canales de drenaje asociados a campos drenados. Elaboración propia.

Además, Rostain (1999) documentó un nuevo conjunto cerámico en este sitio, al que denominó Kilamope. Donde las cerámicas de Kilamope muestran un predominio claro del estilo Kilamope (92%), con menor presencia de los estilos Upano (5%) y Huapula (2%). Aunque los tuestos de los estilos Kilamope y Upano son difíciles de diferenciar debido a la similitud en las pastas, el estilo Upano rojo es escaso (Rostain, 2023, pp. 11-12).

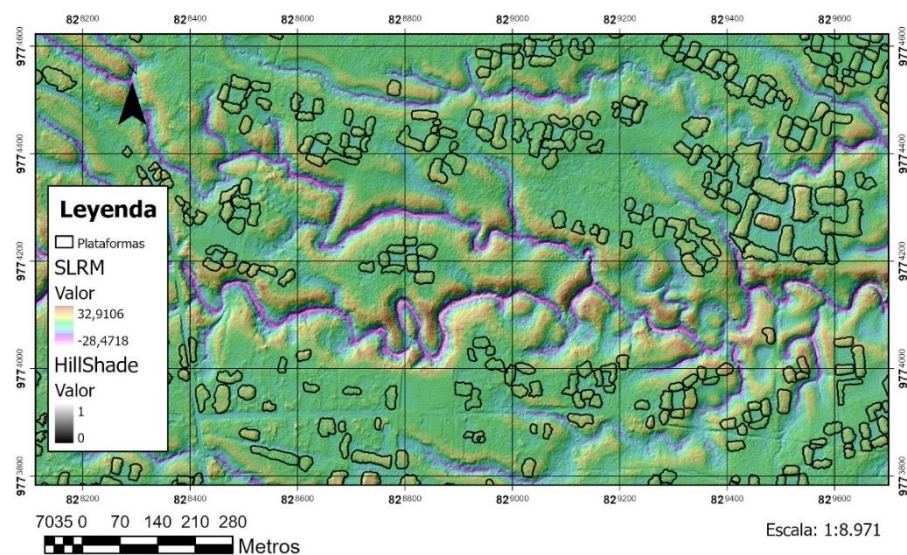
4.5.3 Kunguints/Najempaim

El sitio arqueológico Kunguints/Najempaim, es descrito como el mayor macroasentamiento en esta región, debido a su extensión y el número de estructuras identificadas. Según Svoyski y Romanenko (2015), este sitio supera ampliamente a otros sitios del valle, incluyendo a Huapula; puesto que este macroasentamiento abarca un área

de 10,03 km² y alberga 1099 estructuras, de las cuales 1071 son plataformas, junto con 10 montículos, 14 plazoletas y una red vial de 22,7 km de caminos, terraplenes y zanjas, con una densidad promedio de 189 estructuras por km² (Sánchez-Polo & Álvarez Litben, 2023). Aunque para Guaigua Silva (2024) en realidad la suma exacta de estructuras es de 1095.

Guaigua Silva (2024) mediante un análisis geoespacial del sitio identifica cuatro sectores diferenciados por la densidad de plataformas y espacios transformados (plazas y plazoletas). El sector 1, ocupa un área de 7.266.535,2 m², y tiene una baja densidad de 0 a 100 estructuras por km², distribuyendo un total de 162 plataformas (pp. 83); el sector 2, localizado desde el centro hacia el este, cuenta con 2.776.670,95 m² y presenta una densidad de 100 a 200 estructuras por km², donde se han identificado 463 plataformas (pp. 83): el sector 3, cubre un área de 1.319.394,761 m² con 303 plataformas y una densidad de 200 a 300 estructuras por km² (pp. 84); en último lugar encontramos el sector 4 el cual destaca por su elevada densidad, cuenta con 190 plataformas distribuidas en un área de 474.725,453 m², alcanzando entre 300 y 500 estructuras por km². Este sector se encuentra dividido en dos puntos de concentración en los extremos sureste y noreste de la cuenca (pp. 84).

Gráfico 39: Distribución y Geomorfología del Macroasentamiento Kunguints/ Najempaim



Nota. Representación espacial del macroasentamiento Kunguints/Najempaim, el mayor en la región, con un área de 10,03 km² y 1099 estructuras identificadas, según Guaigua Silva (2024). El mapa evidencia la relación entre las plataformas arqueológicas y la geomorfología del terreno, destacando su integración a la topografía accidentada mediante redes viales y la proximidad a corrientes hídricas como el Río Najempaim, Kunguints y Chiguaza. Elaboración propia

En cuanto a su nombre se ha identificado que "Kunguints" fue asignado tras los primeros informes derivados del proyecto LiDAR en 2015 (Technoproject, 2015), mientras que el término "Najempaim" se propuso en 2024 para resaltar la cuenca hídrica que domina la mayor parte del sitio; puesto que se encuentra delimitado por tres importantes corrientes hídricas: el Río Najempaim al norte y los ríos Kunguints y Chiguaza, que fluyen hacia el este y el oeste, respectivamente. Gracias a esta disposición se ha identificado una estrategia de asentamiento basada en la proximidad a recursos hídricos (Salazar, 1998; Guaigua Silva, 2024). Clave para entender este sitio es identificar que la dinámica asentamiento carece de una disposición radial o central de sus estructuras, presentando en su lugar agregaciones de montículos que se integran a la topografía accidentada mediante redes viales.

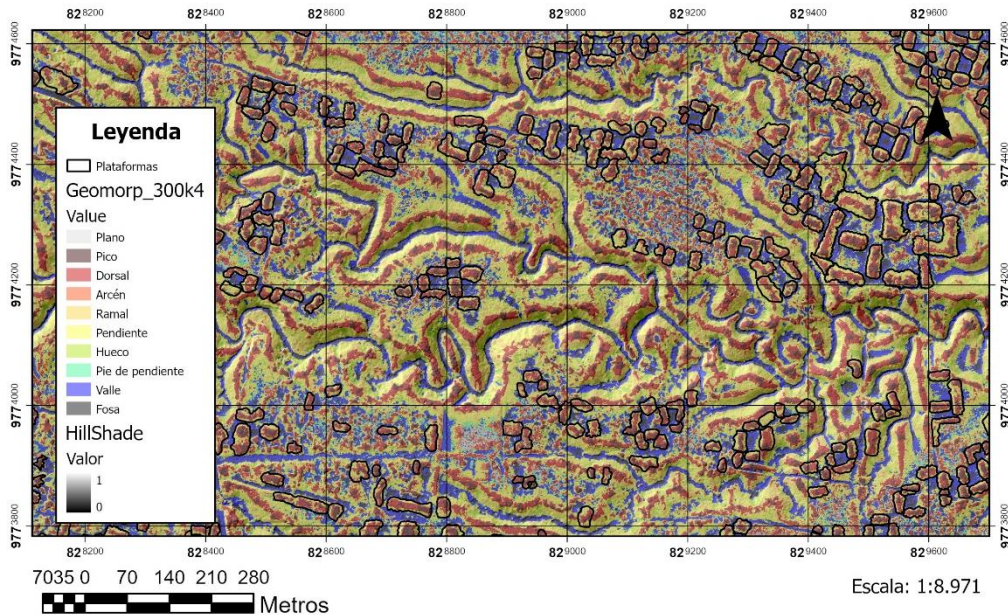
4.5.4 Análisis geomorfológico e hidráulico comparativo de los macroasentamientos en la Alta Amazonía

Los diferentes Modelos Digitales del Terreno (MDT) empleados en esta investigación evidencian que, a pesar de encontrarse en la misma región (Alta Amazonía), la geomorfología de los sitios estudiados presenta notables diferencias. Es importante destacar que cada sitio ha sido interpretado de manera distinta por los investigadores a lo largo del tiempo. Huapula, desde sus primeras investigaciones realizadas por Porras (1987), ha sido interpretado como un lugar ceremonial con espacios residenciales asociados (Salazar, 2000). Por su parte, Kilamope es descrito como un sitio cívico-ceremonial debido a su monumentalidad (Rostain et al., 2024), mientras que Najempaim/Kunguints es considerado un asentamiento residencial, caracterizado por pequeños complejos distribuidos junto a ejes de circulación interna.

El componente hídrico del sitio Najempaim/Kunguints desempeña un papel fundamental en la configuración y delimitación natural del asentamiento; este macroasentamiento está rodeado por importantes corrientes fluviales que actúan como límites naturales. Al norte, el Río Najempaim, de orden 5, delimita el extremo septentrional del sitio, al sur, el Río Chiguaza, de orden 6, fluye hacia el suroeste y se une con el Río Kunguints, de orden 5, que bordea la parte inferior del asentamiento y se ramifica en microafluentes que influyen la disposición de los complejos arqueológicos (Guaigua Silva, 2024). Este análisis muestra que los complejos del sitio no están alineados en una única dirección, sino que su orientación varía dependiendo de la distribución de

los canales de drenaje natural, en contraste con Huapula, donde los complejos arqueológicos están organizados en un patrón más homogéneo.

Gráfico 40: Geomorfología y configuración del sitio arqueológico Najempaim/Kunguints



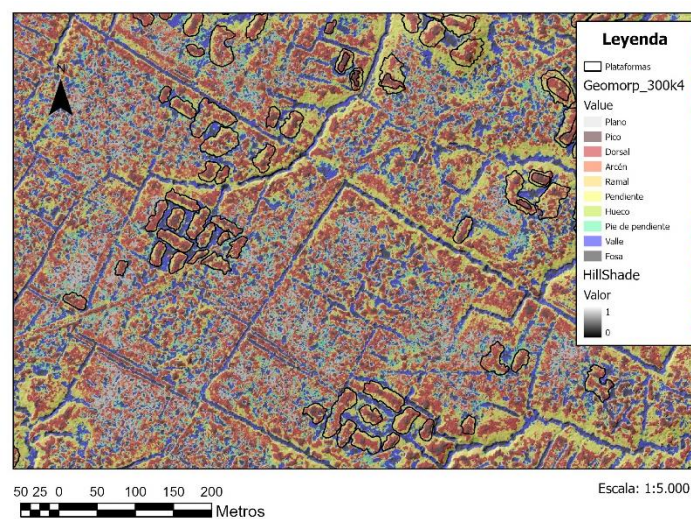
Nota. La figura presenta la distribución de las geoformas y las plataformas en el macroasentamiento Najempaim/Kunguints, destacando la relación entre las estructuras arqueológicas y los canales de drenaje natural. Elaboración propia.

En términos geomorfológicos, Najempaim/Kunguints está dominado por las geoformas "pendiente" y "dorsal", debido a la abundancia de plataformas en el sitio. La geoforma "valle" destaca por su asociación con los canales de drenaje natural, lo que otorga un carácter accidentado al paisaje. Aunque se identifican áreas más planas con la geoforma "plano", estas parecen haber sido intencionalmente modificadas, tal como ocurre en el sector noroeste de Huapula. Las plataformas, en su mayoría, se encuentran adyacentes a los canales de drenaje natural, mientras que los elementos lineales están asociados principalmente con caminos que conectan complejos arqueológicos, aunque también cumplen funciones de drenaje gracias a las pendientes del terreno. En cuanto a las categorías de pendiente, predomina la categoría 2, con presencia de la categoría 1, lo que sugiere que el sitio cuenta con un drenaje eficiente gracias a su red de microafluentes y canales naturales.

Por otro lado, Kilamope se distingue por presentar terrenos con características de superficie más plana, como lo evidencian los mapas de geoformas y pendientes. Esta diferencia puede deberse a una menor densidad de riachuelos y canales de drenaje natural en comparación con los otros dos sitios. Una característica destacable de Kilamope, que no se encuentra en Huapula ni en Najempaim/Kunguints, es la presencia de zanjas sobre superficies planas, identificadas como "campos drenados" por Rostain et al. (2024). Estos campos cubren extensas áreas en sistemas de parcelas ortogonales, delimitados por zanjas de 4 metros de ancho y 40 centímetros de profundidad, conectadas a canales de drenaje que mitigan la acumulación de agua en un clima con precipitaciones constantes. Estas zanjas están vinculadas a redes de senderos excavados, lo que en algunos casos dificulta distinguir entre caminos y canales, aunque la conexión con un complejo arqueológico actúa como criterio diferenciador.

En este sitio, la geoforma "plano" es más recurrente dentro de los campos drenados, mientras que la geoforma "pendiente" empieza a tomar un papel menos predominante. Sin embargo, se observa una mayor cantidad de elementos lineales asociados a estos espacios, los cuales no se corresponden con caminos, sino con estructuras relacionadas con la gestión hídrica. Asimismo, la pendiente está dominada por la categoría 1 (0-3%), lo que refuerza la idea de que son zonas considerablemente más planas en comparación con Huapula y Najempaim/Kunguints.

Gráfico 41: Geomorfología y distribución de plataformas en el sitio arqueológico Kilamope



Nota. La figura muestra la relación entre las plataformas y las geoformas predominantes en el sitio arqueológico Kilamope. Se destacan los patrones cuadrangulares asociados a los campos drenados, delimitados por zanjas y caminos que evidencian un sistema de gestión hídrica en terrenos mayoritariamente planos. Elaboración propia

El análisis comparativo revela que, aunque Huapula y Najempaim/Kunguints comparten características geomorfológicas y patrones hídricos similares, Kilamope contrasta significativamente debido a sus terrenos más planos y la presencia de posibles campos drenados. Esta divergencia puede atribuirse a las diferencias en la dinámica geomorfológica del terreno hacia el sur de la región. Mientras que Huapula y Najempaim/Kunguints se desarrollaron en paisajes accidentados con una alta dependencia de los canales de drenaje natural, Kilamope refleja una gestión distinta del paisaje, con un sistema más evidente de gestión hídrica diseñado para posiblemente controlar la acumulación de agua en terrenos más planos.

5. CAPITULO V: Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

Este trabajo tuvo como objetivo principal analizar el funcionamiento de las unidades geomorfológicas en relación con los sistemas de manejo del exceso de agua lluvia en los sitios arqueológicos ubicados en la cuenca del Río Huapula, durante la fase cultural Upano (1400 a.C. - 1000 d.C.). Para ello, se emplearon herramientas digitales como Modelos Digitales de Terreno (MDT) y datos LiDAR, los cuales fueron analizados desde un enfoque transdisciplinario que combinó la Arqueología del Agua, la Ecología Histórica y los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Esto dio como resultado una serie de hallazgos que evidenciaron la compleja interacción entre la geomorfología del terreno y las estrategias hidráulicas desarrolladas por las comunidades pretéritas en esta región de la Alta Amazonía.

En primer lugar, se demostró que las pendientes del terreno guardan una estrecha relación con la ubicación y el diseño de los sistemas hidráulicos en el complejo Huapula, los cuales evidencian el aprovechamiento estratégico del relieve natural para optimizar el manejo del agua y minimizar los efectos adversos de la alta pluviometría, que supera los 4.000 mm anuales en la región. En este contexto, la identificación de los canales de drenaje natural constituye un componente clave para el sistema de drenaje superficial, siendo fundamentales en el ciclo hídrico relacionado con las precipitaciones en la cuenca del Huapula. Los MDT permitieron identificar zonas clave donde la inclinación del terreno facilitaba el drenaje natural, complementado con dispositivos artificiales como canales y zanjas para optimizar el manejo del agua lluvia.

De igual manera, desde la Ecología Histórica se plantea que estas modificaciones del paisaje no solo respondieron a una necesidad funcional, sino que reflejan una interacción dinámica y cultural con el entorno. La agencia de estas comunidades se evidencia en una planificación regional, manifestada en los diversos patrones de asentamiento a lo largo de la cuenca del Upano; tal es el caso de sitios como Huapula, Kilamope y Najempaim/Kunguints, los cuales presentan diferencias en sus patrones de asentamiento y la geomorfología del terreno, por esta razón, se puede afirmar que el paisaje cultural del Alto Upano fue producto de una interacción dialéctica entre procesos

humanos y naturales, donde el agua desempeñó un rol central en la configuración del territorio y en las decisiones culturales de las comunidades Upano.

Además, el análisis geomorfológico del terreno reveló que los sistemas hidráulicos estaban integrados de manera coherente con las características físicas de la cuenca del Río Huapula. La comparación de MDT permitió observar similitudes en las geoformas relacionadas, a su vez, con la pendiente, donde los canales de drenaje naturales actuarían como intermediarios entre la red de captación artificial y los puntos de descarga.

Se espera que los resultados obtenidos en esta investigación contribuyan al entendimiento y análisis de cómo las comunidades prehispánicas de la fase cultural Upano transformaron y gestionaron su entorno para enfrentar los retos impuestos por un clima extremadamente lluvioso y suelos caracterizados por ser susceptibles a la saturación de agua. Estos hallazgos plantean nuevas preguntas sobre la evolución cultural en la región del Alto Upano y el papel que jugaron las dinámicas hidráulicas en la configuración de los paisajes culturales, sentando las bases para investigaciones futuras sobre la relación entre los seres humanos y su entorno.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda reclasificar la digitalización de elementos arqueológicos de la base de datos del proyecto “Análisis comparativo regional del urbanismo en las tierras bajas ecuatoriales: El caso Cerro Hojas-Jaboncillo (Manabí) y las cuencas hídricas de Río Upano y Pastaza (Amazonía Centro-Sur)” en base a las tipologías propuestas por Sánchez-Polo y Álvarez Litben (2023), con el fin de mostrar la diversidad de elementos arqueológicos y evidenciar las diversas tipologías integradas al paisaje. Esta base de datos es una herramienta significativa para analizar las dinámicas de los sitios arqueológicos con el paisaje.

De igual forma se recomienda realizar prospecciones en zonas que los MDTs clasifican como zonas planas debido a sus geoformas y a la pendiente, con el objetivo de analizar si corresponden a zonas pantanosas o buscar posibles relaciones con material cultural, considerando que al este del sitio Huapula los modelos raster representaban un terreno de naturaleza plana con muy baja presencia de plataformas artificiales, pero con una cantidad significativa de elementos lineales.

Se recomienda excavar un canal de drenaje para ver su composición, ya que esto permitirá analizar su función dentro del sistema hidráulico y determinar cómo pudo ser

el proceso constructivo del mismo, considerando su inclinación y las características de la base. Sumado a esto es clave realizar más estudios pedológicos en los sitios arqueológicos para caracterizar los suelos y entender mejor su formación y composición.

Se recomienda tomar muestras de suelo de la zona noroeste de Huapula, la cual proponemos fue aplanada intencionalmente, y analizar cuál pudo ser su posible función a través de la búsqueda de material cultural y restos microbotánicos. Este análisis contribuirá a esclarecer si el aplanamiento se asoció a actividades agrícolas, rituales o habitacionales.

Finalmente se recomienda para futuros estudios con las imágenes LIDAR hacer análisis de geoformas, ya que estas permiten identificar características del paisaje que podrían estar relacionadas con actividades humanas y que muchas veces el ojo humano no logra diferenciar con mapas Hillshade o SLRM, como terrazas, canales, o áreas niveladas, esto puede ayudarnos a tener una aproximación de cómo el entorno fue modificado y utilizado en diferentes contextos.

BIBLIOGRAFÍA

- Anaguano-Yancha, F. (2017). Peces de la Laguna Cormorán, Parque Nacional Sangay, Ecuador. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 9(15), 1–12.
- Baena Preysler, J., & Ríos Mendoza, P. (2006). Realidad y abstracción: límites de la integración de datos en los SIG. En I. Grau Mira (Ed.), *La aplicación de los SIG en la Arqueología del paisaje* (pp. 15–28). Universidad de Alicante.
- Balée, W. (2006). The Research Program of Historical Ecology. *Annual Review of Anthropology*, 37(1), 35–75.
- Balée, W. (1998). Historical Ecology: Premises and Postulates. En W. Balée (Ed.), *Advances in Historical Ecology* (pp. 13–41). Columbia University Press.
- Balée, W. (2010). Contingent Diversity on Anthropic Landscapes. *Diversity*, 2(2), 163–181.
- Balée, W., & Erickson, C. (2006). Time, Complexity, and Historical Ecology. En W. Balée & C. Erickson (Eds.), *Time and Complexity in Historical Ecology: Studies in the Neotropical Lowlands* (pp. 1–17). Columbia University Press.
- Balée, W., Honorato de Oliveira Santos, S., Costa, F. R., & Erickson, C. L. (2020). Ancient transformation, current conservation: Traditional forest management on the Iriiri River, Brazilian Amazonia. *Human Ecology*, 48(6), 751–764.
- Bowler, P. (1998). *Historia Fontana de las ciencias ambientales*. Fondo de Cultura Económica.
- Braemer, F., & Davtian, G. (2009). L'eau du Hauran: captages et gestion depuis le Bronze ancien. En M. Al-Dbiyat & M. Mouton (Eds.), *Stratégies d'acquisition de l'eau et sociétés au Moyen-Orient depuis l'Antiquité: Études de cas* (pp. 45–68). BAH, 186. Presses de l'Ifpo.
- Brito Muñoz, A. M., & Piedra Ojeda, B. W. (2021). Implicaciones geológicas y geomorfológicas del Valle del Río Upano y el puente de la vía Macas – Puyo, Morona Santiago, Ecuador. *Proyecto integrador para la obtención del título de Ingeniero/a en Geología*. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra.
- Carrero-Pazos, M. (2023). Arqueología del territorio y paisaje a través de los Sistemas de Información Geográfica. En *Arqueología computacional del territorio. Métodos y técnicas para estudiar decisiones humanas en paisajes pretéritos* (pp. 22–32). Archaeopress.
- Charlton, R. (2008). Fundamentals of fluvial geomorphology. En *Fundamentals of Fluvial Geomorphology*. Routledge.
- Clark, G. (1944). Water in antiquity. *Antiquity*, 18(69), 1–15.

- Criado Boado, F. (1989). Megalitos, espacio, pensamiento. *Trabajos de Prehistoria*, 46, 75–98.
- Criado Boado, F. (2012). *Arqueológicas. La razón perdida*. Ediciones Bellaterra.
- Crumley, C. (1994). Historical Ecology: A Multidimensional Ecological Orientation. En C. Crumley (Ed.), *Historical Ecology: Cultural Knowledge and Changing Landscapes* (pp. 1–16). School of American Research Press.
- Crumley, C. (2010). Historical Ecology: Integrated Thinking at Multiple Temporal and Spatial Scales. En A. Hornborg & C. Crumley (Eds.), *The World System and the Earth System: Global Socioenvironmental Change and Sustainability since the Neolithic* (pp. 15–28). Left Coast Press, Inc.
- Crumley, C., & Marcquardt, W. (1990). Landscape: A Unifying Concept in Regional Analysis. En *Interpreting Space: GIS and Archaeology*. Taylor and Francis.
- Crumley, C. L. (2020). Historical ecology in archaeology. En C. Smith (Ed.), *Encyclopedia of Global Archaeology* (pp. 5122–5129). Springer.
- Delgado Espinoza, F. (2017). Los sistemas precolombinos de manejo del agua en la Costa del Ecuador. *Antropología Cuadernos De Investigación*, 11, 13–30.
- Delgado Espinoza, F., & Vásquez Pazmiño, J. (2016). Té Zulay, una aldea precolombina a orillas del Pastaza. En F. Cabrero et al. (Eds.), *Arqueología de la Amazonia ecuatoriana* (Huellas del Sumaco, Dossier Especial, 2016) (pp. 9–14). *Huellas del Sumaco*, 15(2). Universidad Estatal Amazónica.
- Dietz, T. (1998). [Reseña del libro *Advances in Historical Ecology*, editado por W. L. Balée]. *Human Ecology Review*, 5(2), 66–67.
- Erickson, C. (2010). The Transformation of Environment into Landscape: The Historical Ecology of Monumental Earthwork Construction in the Bolivian Amazon. *Diversity*, 2, 618–652.
- Erickson, C. L. (2000). An artificial landscape-scale fishery in the Bolivian Amazon. *Nature*, 408(6808), 190–193.
- Esri. (n.d.). Aplicaciones de análisis hidrológico: Ejemplos de uso. Recuperado de <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/hydrologic-analysis-sample-applications.htm>
- Esri. (n.d.). Con (Spatial Analyst). Recuperado de <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/con-.htm>
- Esri. (n.d.). Esri ASCII raster format. Recuperado de <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/manage-data/raster-and-images/esri-ascii-raster-format.htm>
- Esri. (n.d.). Fill (Spatial Analyst). Recuperado de <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/fill.htm>

- Esri. (n.d.). Flow Accumulation (Spatial Analyst). Recuperado de <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/flow-accumulation.htm>
- Esri. (n.d.). Focal Statistics (Spatial Analyst). Recuperado de <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/focal-statistics.htm>
- Esri. (n.d.). Geomorphon Landforms (Spatial Analyst). Recuperado de <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/3.3/tool-reference/spatial-analyst/geomorphon-landforms.htm>
- Esri. (n.d.). Reclassify (Spatial Analyst). Recuperado de <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/reclassify.htm>
- Esri. (n.d.). Slope (Spatial Analyst). Recuperado de <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/3.3/tool-reference/spatial-analyst/slope.htm>
- Esri. (n.d.). Stream Order (Spatial Analyst). Recuperado de <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/stream-order.htm>
- Esri. (n.d.). Watershed (Spatial Analyst). Recuperado de <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/watershed.htm>
- Evenari, M., & Koller, D. (1956). Ancient masters of the desert. *Scientific American*, 194(4), 39–45.
- Fernández Fernández, J. (2023). Humanidades ambientales, ecología histórica y ecodesarrollo: Una propuesta de I+D+i para territorios rurales. El caso de Santo Adriano, Asturias (España). En M. Bermúdez Vázquez (Coord.), *Caminos de reflexión y pensamiento: Análisis desde la filosofía hasta los ODS* (pp. 472–498). Dykinson.
- González Alcantud, J. A., & Malpica Cuello, A. (Eds.). (1995). *El agua: mitos, ritos y realidades*. Universidad de Granada.
- Guaigua Silva, D. B. (2024). La pluviosidad, un factor condicionante en la edificación de patrones constructivos y formaciones de canales de drenaje en la cuenca hídrica del Najempaim (Disertación de grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador). Facultad de Ciencias Humanas, Carrera de Arqueología, Quito, Ecuador.
- Herod, D. (1970). *Type versus style: A question of comparability*. Department of Anthropology, San Francisco State College.
- Horton, R. E. (1932). Drainage-basin characteristics. *Transactions American Geophysical Union*, 13(1), 350–361.
- Howey, M. C. L., & Brouwer Burg, M. (2017). Assessing the state of archaeological GIS research: Unbinding analyses of past landscapes. *Journal of Archaeological Science*, 84, 1–9.

Ibáñez Asensio, S., Moreno Ramón, H., & Gisbert Blanquer, J. M. (2011). *Morfología de las cuencas hidrológicas*. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural, Universidad Politécnica de Valencia.

Instituto Geográfico Militar (IGM). (1996). *Carta topográfica de Macas, Ecuador* (Escala 1:50,000, Hoja CT-IV-84, Edición 1). Instituto Geográfico Militar.

Instituto Geográfico Militar (IGM). (1996). *Carta topográfica de Sinai, Ecuador* (Escala 1:50,000, Hoja CT-IV-82, Edición 1). Instituto Geográfico Militar.

Iriarte, J., de Souza, J. G., Robinson, M. E., Damasceno Barbosa, A., & da Silva, F. (2021). Refining the chronology and occupation dynamics of the mound villages of South-Eastern Acre, Brazil. *Amazônica. Revista de Antropologia*, 13(1), 153–176.

Jasiewicz, J., & Stepinski, T. F. (2013). Geomorphons: A pattern recognition approach to classification and mapping of landforms. *Geomorphology*, 182, 147–156.

Latour, B. (2007). *Nunca fuimos modernos. Ensayo de Antropología simétrica*. Siglo XXI Editores.

Llerena Villalpando, F. A. (s.f.). *Drenaje superficial en terrenos agrícolas*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Subsecretaría de Desarrollo Rural, Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural. Departamento de Irrigación, Universidad Autónoma Chapingo.

Llobera, M. (2006). Arqueología del paisaje en el siglo XXI: reflexiones sobre el uso de los SIG y modelos matemáticos. En I. Grau Mira (Ed.), *La aplicación de los SIG en la Arqueología del paisaje* (pp. 109–124). Universidad de Alicante.

Lombardo, U., Canal-Beeby, E., & Veit, H. (2011). Eco-archaeological regions in the Bolivian Amazon: An overview of pre-Columbian earthworks linking them to their environmental settings. *Geographica Helvetica*, 66(3), 173–182.

López, C. E., & Cano, M. C. (2008). Aportes de la ecología histórica a la cultura ambiental. En C. E. López & G. A. Ospina (Comps.), *Ecología histórica: Interacciones sociedad-ambiente a distintas escalas socio-temporales* (pp. 44–66). Universidad Tecnológica de Pereira - Universidad del Cauca - Sociedad Colombiana de Arqueología.

Mann, C. C. (2007). Review: Humanized Landscapes [Reseña del libro *Time and Complexity in Historical Ecology: Studies in the Neotropical Lowlands*, por W. Balée & C. L. Erickson]. *BioScience*, 57(9), 787–788.

Marsal Aguilera, R. (2020). Organización espacial y gestión de los recursos hídricos en el altiplano de Edom durante el I milenio a.C.: El yacimiento de Sela (Tafila, Jordania) [Tesis doctoral, Universitat de Barcelona]. Universitat de Barcelona.

Martínez, M. (2009). *Epistemología y metodología cualitativa en las ciencias sociales*. Trillas.

- Miranda, D. S., Chacha, M. C., & Costales, J. N. (2021). Morphometric analysis of the sub-basin of the Upano para river flood analysis. *ESPOCH Congresses: The Ecuadorian Journal of S.T.E.A.M.*, 1(2), 1024–1032.
- Ortega Corrales, L. J. (s.f.). *Diseño de drenaje superficial*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Remehue.
- Ortega Corrales, L., & Bortolameolli Sepúlveda, G. (Eds.). (1997). *Normas técnicas para la construcción de obras de drenaje superficial*. Comisión Nacional de Riego, Departamento de Proyectos e Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Remehue. Imprenta Regional.
- Pazmiño, E. (2008). *Análisis cerámico del sitio La Lomita, Morona Santiago, Ecuador*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Pazmiño, E. (2009). Desarrollo cultural prehispánico en el Valle del Alto Upano: Análisis cerámico del sitio La Lomita, Morona Santiago, Ecuador. *Antropología Cuadernos de Investigación*, 8, 149–168.
- Pazmiño, E. M. (2021). Monumentality and social complexity in the Upano Valley, Upper Amazon of Ecuador. En R. Clasby & J. Nesbitt (Eds.), *The archaeology of the Upper Amazon: Complexity and interaction in the Andean tropical forest* (pp. 129–147). University Press of Florida.
- Pizarro Berengena, G. (2012). *El abastecimiento de agua a Córdoba. Arqueología e historia*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba.
- Porras, P. (1987). *Investigaciones arqueológicas a las faldas del Sangay*. Artes Gráficas Señal.
- Prümers, H. (2017). Los montículos artificiales de la Amazonia. En S. Rostain & C. Jaimes Betancourt (Eds.), *Las siete maravillas de la Amazonía precolombina* [Bonner Amerikanistische Studien, 53] (pp. 47–72). Plural Editores.
- Qin, C., Zhu, A. X., Pei, T., Li, B., Zhou, C., & Yang, L. (2007). An adaptive approach to selecting a flow partition exponent for a multiple flow direction algorithm. *International Journal of Geographical Information Science*, 21(4), 443–458.
- Rampón, L. (1959). Sitio arqueológico F.P. *Cuadernos de Investigaciones Científicas*, 1, Arqueología.
- Rodríguez, I., Gasson, R., Butt-Colson, A., Leal, A., & Bilbao, B. (2014). Ecología histórica de la Gran Sabana (Estado Bolívar, Venezuela) entre los siglos XVIII y XX. En S. Rostain (Ed.), *Antes de Orellana. Actas del 3er Encuentro Internacional de Arqueología Amazónica* (pp. 113–121). Instituto Francés de Estudios Andinos, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Embajada de EEUU.
- Rojas, R. (1984). *Drenaje superficial en tierras agrícolas*. Serie Riego y Drenaje. CIDIAT.

- Rostain, S. (1999). Secuencia arqueológica en montículos del Valle del Upano en la Amazonia ecuatoriana. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 28(1), 53–89.
- Rostain, S. (2010). Cronología del Valle del Upano (Alta Amazonía ecuatoriana). *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 39(3), 667–681.
- Rostain, S. (2012). Between Sierra and Selva: Landscape transformations in upper Ecuadorian Amazonia. *Quaternary International*, 249, 31–42.
- Rostain, S. (2023). Tolas, terrazas y casas: Arqueología del Valle del Upano. *STRATA, Revista Ecuatoriana De Arqueología Y Paleontología*, 1(1), e2. (Trabajo original publicado el 18 de enero de 2023).
- Rostain, S., & De Saulieu, G. (2013). *Antes: Arqueología de la Amazonía ecuatoriana*. IFEA, IRD, IPGH.
- Rostain, S., & De Saulieu, G. (2019). El Pastaza y el Upano, dos ríos tropicales que conectan los Andes a la Amazonía. *Revista del Museo de La Plata*, 4(2), 353–384.
- Rostain, S., & de Saulieu, G. (2019). El Pastaza y el Upano, dos ríos tropicales que conectan los Andes a la Amazonía. *Revista del Museo de La Plata*, 4(2), 353–384.
- Rostain, S., & Pazmiño, E. (2013). Treinta años de investigación a las faldas del Sangay. En F. Valdez (Ed.), *Arqueología Amazónica. Las civilizaciones ocultas del bosque tropical* (pp. 55–82). INPC, IRD, Embajada Francesa, IFEA, Ediciones Abya-Yala.
- Rostain, S., Dorison, A., de Saulieu, G., Prümers, H., Le Pennec, J.-L., Mejía Mejía, F., Freire, A. M., Pagán-Jiménez, J. R., & Descola, P. (2024). Two thousand years of garden urbanism in the Upper Amazon. *Science*, 383(183), 183–189.
- Rostoker, A. (2005). *Dimensions of prehistoric human occupation in the southern Ecuadorian Oriente* (Tesis doctoral inédita). The City University of New York.
- Saavedra Arteaga, O. (2009). *Culturas hidráulicas de la Amazonia boliviana: Ecología cultural sofisticada y manejo del paisaje. Ensayo sobre filosofía, ciencia y desarrollo para la construcción de la perspectiva histórica*. AC.
- Saavedra Arteaga, O. (2013). *La cultura hidráulica de los camellones de tierras bajas y altas*. Ministerio de Educación del Estado Plurinacional de Bolivia.
- Salazar, E. (1995). The Sangay Complex revisited. En *Symposium "Archaeology of Formative Ecuador"* (pp. 1–22). Pre-Columbian Studies, Dumbarton Oaks.
- Salazar, E. (1996). *Investigaciones arqueológicas en el curso superior del Río Upano, provincia de Morona Santiago, Ecuador: Informe preliminar presentado al Instituto Nacional de Patrimonio Cultural*. Informe presentado al INPC.
- Salazar, E. (1998). Naturaleza y distribución de los montículos precolombinos de la cuenca del Alto Upano, Ecuador. En F. Cardenas-Arroyo & T. L. Bray (Eds.), *Intercambio y comercio entre Costa, Andes y Selva: Arqueología y etnohistoria de*

Suramérica (pp. [número de páginas, si aplica]). Centro Colombiano de Estudios en Lenguas Aborígenes (CCELA), Universidad de Los Andes.

Salazar, E. (1999). De vuelta al Sangay: Investigaciones arqueológicas en el Alto Upano. En E. Salazar (Ed.), *Memorias del Primer Congreso Ecuatoriano de Antropología. Volumen III* (pp. 183–226). Museo Jacinto Jijón y Caamaño PUCE, Departamento de Antropología PUCE, MARKA.

Salazar, E. (2000). *Pasado precolombino de Morona Santiago*. Casa de la Cultura Ecuatoriana “Benjamín Carrión”, Núcleo de Morona Santiago, e Ilustre Municipio del Cantón Morona.

Schaan, D. P. (2008). Los cacicazgos no agrícolas de la isla de Marajó. En H. Silverman & W. H. Isbell (Eds.), *Manual de Arqueología de Sudamérica* (pp. 441–455). Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-74907-5_19

Serrano Ayala, S. (2017). Uso del suelo y geformas en tiempos precolombinos: cuencas de los ríos Tuna y Palora, Pablo Sexto, Morona Santiago. En M. F. Ugalde (Ed.), *Volcanes, cenizas y ocupaciones antiguas en perspectiva geoarqueológica en América Latina* (pp. 153–164). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ciencias Humanas, Escuela de Antropología, Centro de Publicaciones PUCE.

Silva Cuesta, M. A. (2018). Aproximación al uso de bordes cerámicos como herramienta de datación relativa en la cuenca del Río Upano, Morona Santiago. El caso de los sitios arqueológicos Jurumbaino y Yaunchu (Disertación de grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador). Facultad de Ciencias Humanas, Escuela de Antropología, Quito, Ecuador.

Steward, J. H. (1955). *Theory of Culture Change: The Methodology of Multilinear Evolution*. University of Illinois Press.

Svoyski, Y., & Romanenko, E. (2014). Ver lo invisible: El levantamiento aéreo con escáner láser y su aplicación práctica para los estudios arqueológicos. En S. Rostain (Ed.), *Antes de Orellana: Actas del 3er Encuentro Internacional de Arqueología Amazónica* (pp. 451–462). IFEA, Flacso-Ecuador, Embajada de EE.UU.

Sánchez Gutiérrez, J. L., & Suazo González, R. F. (2020). Reconocimiento de las causas del escurrimiento superficial en la finca El Plantel, Tipitapa – Masaya, periodo 2018 [Trabajo de tesis, Universidad Nacional Agraria]. Universidad Nacional Agraria.

Sánchez-Polo, A., & Álvarez Litben, R. (2023). Un paisaje monumental prehispánico en la Alta Amazonía ecuatoriana: Primeros resultados de la aplicación de LiDAR en el Valle del Upano. *STRATA, Revista Ecuatoriana De Arqueología Y Paleontología*, 1(1), e3. (Trabajo original publicado el 13 de febrero de 2023).

Sánchez-Polo, A., Álvarez Litben, R., & Valdez, F. X. (2024, October 17). A reply to Rostain et al., *Science* 383, 183–189 (2024). *Science eLetters*.

- Tarboton, D. G., Bras, R. L., & Rodriguez-Iturbe, I. (1991). On the Extraction of Channel Networks from Digital Elevation Data. *Hydrological Processes*, 5, 81–100.
- Technoproject. (2015). *Informe del levantamiento aéreo y del análisis preliminar e identificación de las anomalías del relieve relacionadas con las estructuras arqueológicas. Superficie Upano-Mera. Septiembre, 2015*. Informe inédito presentado al INPC y Senescyt.
- Torres Jiménez, K. (2017). *Sistemas socioecológicos en la prehistoria del Valle de Quito: Un estudio de escala temporal amplia* [Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Facultad de Ciencias Humanas, Escuela de Antropología.
- Ullah, I. I., Clow, Z., & Meling, J. (2023). Paradigm or practice? Situating GIS in contemporary archaeological method and theory. *Journal of Archaeological Method and Theory*.
- Van der Leeuw, S. (2012). For every solution there are many problems: The role and study of technical systems in socio-environmental coevolution. *Geografisk Tidsskrift-Danish Journal of Geography*, 112(2), 105–116.
- Velasco Albán, J. M. (2016). *¿Suelos antrópicos en La Lomita? Caracterización de suelos antrópicos en muestras del basural La Lomita, complejo Monticular Huapula, cuenca superior Río Upano, Morona Santiago, Ecuador* [Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Repositorio PUCE.
- Velasco Albán, J. M. (2021). *¿Suelos antrópicos en la alta Amazonía ecuatoriana?: Estudios geoarqueológicos en el basural La Lomita, Valle del Upano, Morona Santiago, Ecuador*. *Antropología Cuadernos de Investigación*, 24(1), 65–79.
- Balée, W. (2013). *Cultural Forests of the Amazon: A Historical Ecology of People and Their Landscapes*. University of Alabama Press.
- Wittfogel, K. A. (1955). Developmental aspects of hydraulic societies. En J. H. Steward (Ed.), *Irrigation civilizations: A comparative study* (pp. 43–52). Social Science Monographs 1. Pan American Union.
- Wittfogel, K. A. (1956). The hydraulic civilizations. En W. L. Thomas (Ed.), *Man's role in changing the face of the earth* (pp. 152–164). University of Chicago Press.
- Wittfogel, K. A. (1957). *Oriental despotism: A comparative study of total power*. Yale University Press.
- Woolfson Touma, O. (2016). *Informe técnico final del proyecto "Características generales del paisaje cultural arqueológico del Valle del Alto Upano, en un área de 300 km²"*. Informe inédito presentado al INPC y Senescyt.
- Yesner, D. (2008). Ecology in Archaeology. En R. Bentley, H. Maschner, & C. Chippindale (Eds.), *Handbook of Archaeological Theories* (pp. 39–55). Altamira Press.

Young, K. R. (2021). Ecology and human habitation of Andean forests. En D. L. Browman (Ed.), *The archaeology of the Upper Amazon: Complexity and interaction in the Andean tropical forest* (pp. 23–37). University Press of Florida.
<https://doi.org/10.5744/florida/9780813066905.003.0002>

Yépez Noboa, A. (2000). Arqueología particular y Arqueología de rescate: Análisis bibliográfico de la investigación arqueológica en la región amazónica (Tesis de licenciatura). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ciencias Humanas, Quito, Ecuador.

Yépez Noboa, A. (2013). Conviviendo con volcanes catastróficos al este de los Andes ecuatoriales. En Anthropos Institut (Ed.), *Wege im Garten der Ethnologie: Zwischen dort und hier. Festschrift für María Susana Cipolletti* (pp. 383–401). Academia Verlag.

Yépez Noboa, A. (2013). *Informe final de excavaciones en el sitio de Jurumbaino, parroquia General Proaño, cantón Morona, provincia de Morona-Santiago*. Informe presentado al Instituto Nacional de Patrimonio Cultural, Regional 6.

Yépez, A. (2013). Conviviendo con volcanes catastróficos al este de los Andes ecuatoriales. En H. Heinrich & H. Grauer (Eds.), *Caminos en el jardín de la etnología: Entre aquí y allá* (Vol. 46, pp. 383–401). Anthropos Institut e.V.

Yépez, A., & León Canales, E. (2017). Sobre las nieblas de los volcanes Chimborazo y Sangay: Asentamientos humanos milenarios y paleoambiente. En M. F. Ugalde Mora (Ed.), *Volcanes, cenizas y ocupaciones antiguas en perspectiva geoarqueológica en América Latina* (pp. 129–144). Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Yépez, A., & León, E. (2015). Bajo las cenizas del volcán Sangay: Ocupaciones prehispánicas humanas milenarias en las cuencas de los ríos Upano, Palora y Tuna. En *Volcanes y adoratorios: Historia geológica de la avenida de los volcanes* (pp. 43–60). CCE, Museo de Arte Colonial.

Yépez, A., Panimboza, J., León, E., Sálomon, L., Delgado, F., Mongelo, G., López, M. M., Astudillo, F., Gómez, J., Guachamín, A., Vásquez, J., Dallasta, N., de Barros, A., Sarmiento, F. O., & Mothes, P. (2024, July 2). E-letter concerning the consistency of the cultural sequence in "Supplementary Materials for Two Thousand Years of Garden Urbanism in the Upper Amazon" (1). *Science eLetters*.

Yépez, A., & Delgado, F. (2021–2024). *Proyecto de investigación: Análisis comparativo regional del proto-urbanismo en las tierras bajas ecuatoriales: El caso Cerro Hojas-Jabaoncillo (Manabí) y las cuencas hídricas del Río Upano y Pastaza (Amazonía centro-sur)*.

Yépez, A., & Delgado, F. (2021–2024). *Modelos digitales de terreno pos-procesados en el Instituto Nacional de Patrimonio (INPC). Características generales del paisaje cultural arqueológico del valle del Alto Upano en un área de 300 km²*. Proyecto ejecutado por el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (INPC) con financiamiento

de la Secretaría Nacional de Ciencia y Educación (SENESCYT), bajo la autorización INPC del 26 de marzo del 2021, memorando nro.: INPC-DII-2021-0094-M.

Yépez, A., & Delgado, F. (2021–2024). Visualización de MDTs del Valle del Upano (300 km²), resolución 50 cm con RV. En A. Yépez & F. Delgado, *Proyecto de investigación: Análisis comparativo regional del proto-urbanismo en las tierras bajas ecuatoriales: El caso Cerro Hojas-Jabaoncillo (Manabí) y las cuencas hídricas del río Upano y Pastaza (Amazonía centro-sur)*.

Yépez, A., & Delgado, F. (2021–2024). Modelamiento de macro y micro-cuencas hidrográficas del Valle del Upano (300 km²), resolución 50 cm. En A. Yépez & F. Delgado, *Proyecto de investigación: Análisis comparativo regional del proto-urbanismo en las tierras bajas ecuatoriales: El caso Cerro Hojas-Jabaoncillo (Manabí) y las cuencas hídricas del Río Upano y Pastaza (Amazonía centro-sur)*.

Yépez, A., & Delgado, F. (2021–2024). Modelamiento de drenajes con resolución 50 cm. En A. Yépez & F. Delgado, *Proyecto de investigación: Análisis comparativo regional del proto-urbanismo en las tierras bajas ecuatoriales: El caso Cerro Hojas-Jabaoncillo (Manabí) y las cuencas hídricas del Río Upano y Pastaza (Amazonía centro-sur)*.