

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
POTENCIAL HÍDRICO DE LA CORRIENTE SUPERFICIAL LA MONTAÑITA EN LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA, HONDURAS

POR:
DEISY FABIOLA ESTRADA GONZALES

ANTEPROYECTO DE TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

MAYO, 2023

POTENCIAL HÍDRICO DE LA CORRIENTE SUPERFICIAL LA MONTAÑITA EN LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA, HONDURAS

Por:

DEISY FABIOLA ESTRADA GONZALEZ

ERLIN VIANNEY ESCOTO, M.Sc

Asesor principal

ANTEPROYECTO DE TESIS PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE
AGRICULTURA COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERÍA EN GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RECURSOS NATURALES

CATACAMAS

OLANCHO

MAYO, 2023

CONTENIDO

I.	INTRODUCCION.....	1
II.	OBJETIVOS.....	2
	2.1Objetivo general.....	2
	2.2Objetivos específicos.....	2
III.	HIPÓTESIS.....	3
	3.1Hipótesis nula.....	3
	3.2Hipótesis alterna.....	3
IV.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
	4.1Ciclo hidrológico y las corrientes superficiales.....	4
	4.2Rutas de la precipitación en los territorios.....	5
	4.3Corrientes superficiales en valles.....	6
	4.3.1 Determinación de áreas de escurrimiento superficial en valles.....	6
	4.4Caudal y potencial hídrico de una corriente superficial.....	7
	4.4.1 Métodos de medición de caudales.....	8
	4.5 Clasificación de los métodos de aforo.....	9
	4.5.1 Métodos directos.....	9
	4.5.2 Métodos Indirectos.....	10
	4.6 Método del flotador.....	10
	4.6.1 Fundamentos del método del flotador.....	11
	4.7 Método de estación de aforo permanente.....	11
	4.7.1 Método con molinete de copas.....	12
	4.8Variación de caudales en escala temporal.....	12
	4.9Ubicación de potenciales focos de contaminación puntual y difusa en una corriente superficial.....	14
	4.9.1 Contaminación puntual.....	15
	4.9.2 Contaminación difusa.....	15
V.	MATERIALES Y MÉTODO.....	21

5.1	Descripción del sitio del estudio.....	21
5.2	Materiales y equipo.....	22
5.3	Método	22
5.4	Caracterización espacial del área de escurrimiento	23
5.4.1	Área de escurrimiento superficial	23
5.4.2	Características del cauce.....	23
5.5	Oferta hídrica de la corriente superficial	24
5.6	Variación temporal de caudal de la corriente superficial	24
5.7	Potenciales focos de contaminación puntual y difusa.....	25
VI.	CRONOGRAMA	27
VII.	PRESUPUESTO.....	28
VIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	29
IX.	ANEXOS.....	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de La Montañita por donde escurre la corriente superficial en la Universidad Nacional de Agricultura.	21
--	----

I. INTRODUCCION

El comportamiento hidrológico de una corriente superficial se refiere a la forma en que el agua fluye a través del sistema fluvial, desde su fuente hasta su desembocadura. El comportamiento hidrológico de una corriente superficial está influenciado por diversos factores, tales como el clima, la topografía, la geología, la vegetación y la presencia o ausencia de actividades humanas. El potencial hídrico de una corriente superficial se refiere a la cantidad de agua que puede ser recolectada de ella para su uso. Este potencial depende de la cantidad y calidad del agua disponible, así como de la infraestructura necesaria para su captación, tratamiento y distribución.

En general, la cantidad de agua disponible en una corriente superficial se ve afectada por la precipitación, la evaporación, la transpiración de la vegetación y la infiltración del agua en el suelo. El agua disponible en una corriente superficial también puede ser afectada por la extracción humana de agua para uso doméstico, agrícola e industrial. El potencial hídrico de una corriente superficial también está influenciado por las características físicas de la cuenca hidrográfica que la alimenta, como la superficie de la cuenca, la vegetación, la topografía, la geología y la presencia de infraestructuras, tales como presas y embalses.

En resumen, el comportamiento hidrológico de una corriente superficial y su potencial hídrico están estrechamente relacionados con los procesos naturales y humanos que influyen en la cantidad y calidad del agua disponible. Es importante entender estos factores para una gestión sostenible y eficiente del agua en las cuencas hidrográficas y para garantizar un suministro de agua adecuado para las necesidades humanas y ambientales, por lo cual la presente investigación tiene como finalidad analizar el comportamiento hidrológico y el potencial hídrico de la corriente superficial de La Montañita en la Universidad Nacional de Agricultura.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Analizar el potencial hídrico de la corriente superficial La Montañita en la Universidad Nacional de Agricultura, Honduras.

2.2 Objetivos específicos

Realizar la caracterización espacial del área de escurrimiento y de la corriente superficial La Montañita en la universidad Nacional de Agricultura en Honduras.

Determinar la oferta hídrica de la corriente superficial La Montañita para estimar la cantidad de agua disponible en su paso por la universidad Nacional de Agricultura.

Identificar los potenciales focos de contaminación puntual y difusa sobre la corriente superficial La Montañita en su paso por la Universidad Nacional de Agricultura.

III. HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis nula

No hay potencial hídrico en la corriente superficial La Montañita en la Universidad Nacional de Agricultura, Honduras.

3.2 Hipótesis alterna

Si hay un potencial hídrico en la corriente superficial La Montañita en la Universidad Nacional de Agricultura.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Ciclo hidrológico y las corrientes superficiales

El ciclo hidrológico es un modelo conceptual que describe el almacenamiento y movimiento del agua entre la biosfera y la Atmosfera, litosfera, Hidrosfera lo que se le llama sistema climático, el agua en nuestra atmosfera se mueve de reservorios a otro, a través de los diferentes procesos, entre los cuales tenemos: Evaporación, Condensación, Precipitación, Sedimentación, Escorrentía, Infiltración, Sublimación, Transpiración, Fusión, y Flujo de agua subterránea. El océano proporciona la mayor parte del agua como evaporación. De esta agua evaporada, solo el 91% vuelve a las cuencas oceánicas por medio de la precipitación. El 9% restante son transportada a las zonas continentales donde los factores climatológicos inducen de la precipitación (Técnica 2011).

El desequilibrio resultante entre las tasas de evaporación y las precipitaciones sobre la tierra y los océanos se corrige con la escorrentía y el flujo de agua hacia los océanos. Por lo tanto, el ciclo hidrológico es una serie secuencial de etapas por las que pasa el agua a medida que se desplaza de la tierra a la atmósfera y de regreso a la tierra: evaporación del suelo, agua marina o continental, condensación de las nubes, precipitación, acumulación en el suelo o masa de agua y viceversa. evaporación. Este ciclo implica un proceso de circulación y un transporte indeterminado o constante, que se debe esencialmente a dos causas: primero, el sol, que aporta la energía para elevar el agua (evaporación); el segundo, la gravedad terrestre, que hace que se asiente la condensación (precipitación y escorrentía), (Sánchez 2003).

4.2 Rutas de la precipitación en los territorios

Las rutas de precipitación se refieren a los caminos que toma el agua de lluvia desde el momento en que cae sobre la superficie de la Tierra hasta que se incorpora a un cuerpo de agua, como un río, un lago o un acuífero. Estas rutas pueden variar dependiendo de factores geográficos, topográficos y climáticos (Fernández Brown Ernesto s. f.)

Aquí hay algunas rutas comunes de precipitación en los territorios.

Escorrentía superficial: Cuando la precipitación cae sobre una superficie impermeable, como una carretera, una acera o un techo, el agua fluye directamente hacia los cuerpos de agua cercanos o hacia el sistema de drenaje urbano. Esta es la forma más rápida de movimiento del agua y puede generar inundaciones en áreas urbanas.

Escorrentía superficial hacia ríos y arroyos: En áreas donde la superficie es más permeable, como suelos y praderas, la precipitación se infiltra parcialmente en el suelo y fluye hacia los ríos y arroyos cercanos a través de una red de canales de drenaje natural. Esta es la principal forma de transporte de agua en la mayoría de los sistemas fluviales.

Infiltración y percolación: En áreas con suelos más permeables, parte de la precipitación se filtra a través del suelo y puede llegar a capas más profundas, donde se almacena como agua subterránea. Esta agua puede moverse lentamente a través de acuíferos y eventualmente puede fluir hacia los cuerpos de agua superficiales o ser extraída a través de pozos.

Evapotranspiración: La precipitación también puede ser absorbida por las plantas a través de sus raíces y luego se evapora desde las hojas en un proceso conocido como transpiración. Este proceso combina la evaporación del agua del suelo y la liberación de vapor de agua a través de los poros de las plantas. La evapotranspiración es una importante salida de agua de los sistemas hidrológicos y afecta el ciclo del agua.

4.3 Corrientes superficiales en valles

Los valles son los accidentes geográficos más comunes de la superficie de la tierra, antes de finalizar el siglo XIX, se creía que los valles eran creados por acontecimientos catastróficos que separa la corteza y creaban hondonadas en las cuales las corrientes de agua podían fluir, en la actualidad sabemos que, con pocas excepciones, las corrientes crean sus propios valles (Caceres Sindy s. f.).

Las corrientes superficiales en un valle se refieren al flujo de agua que se desplaza por la superficie terrestre en la parte baja de un valle. Estas corrientes son generadas por la precipitación, como la lluvia o el deshielo de la nieve, y se acumulan en las zonas más bajas del terreno formando ríos, arroyos o torrentes. En un valle, el agua tiende a fluir por el camino de menor resistencia, siguiendo la pendiente del terreno. Por lo tanto, las corrientes superficiales en un valle suelen seguir un curso más o menos recto a lo largo de la dirección de la pendiente. A medida que el agua fluye cuesta abajo, puede encontrarse con obstáculos naturales, como rocas o cambios en la topografía, lo que puede dar lugar a cambios en la dirección del flujo o la formación de cascadas y rápidos (Valle De Sula et al. 2012).

4.3.1 Determinación de áreas de escurrimiento superficial en valles.

En una cuenca hidrológica, el escurrimiento es la parte de la precipitación que fluye sobre la superficie hacia cuerpos de agua mayores. Antes de que el escurrimiento ocurra, la lluvia debe satisfacer las demandas inmediatas de infiltración, evaporación, interceptión, almacenamiento y detención superficial a través de estructuras geológicas. La infiltración se define como el movimiento vertical del agua dentro de los estratos del suelo y rocas subyacentes y si la intensidad de la lluvia es mayor que la velocidad de infiltración, el agua tenderá a acumularse y el escurrimiento comenzará. La humedad superficial tiene influencia en los procesos de escorrentía e infiltración. La velocidad de drenaje a través del suelo es particularmente dependiente del contenido de humedad superficial (Kurczyn-Robledo et al. 2007).

El escurrimiento con frecuencia se expresa como altura de lámina de agua y en el caso de terrenos inundables constituye la cantidad de agua que se requiere sacar del área de drenaje en un período de tiempo determinado. Esta lámina de agua se conoce como el coeficiente de drenaje y puede variar para un tiempo de 24 h, de 0.6 a 10.16 mm; con mayor frecuencia varía de 0.95 a 5 mm. El cálculo del coeficiente de drenaje es una de las partes importantes en el diseño de los sistemas de drenaje en cuencas pequeñas. Para calcular el escurrimiento con datos de lluvia y de infiltración se necesita hacer la evaluación de las pérdidas sufridas por evaporación del agua superficial, transpiración, infiltración profunda, almacenamiento de agua en el perfil del suelo, que está influido por la humedad anterior y el almacenamiento superficial de tipo temporal y permanente (Oktaviana 2010).

4.4 Caudal y potencial hídrico de una corriente superficial

El caudal de una corriente superficial se refiere a la cantidad de agua que fluye a través de la corriente en un período de tiempo determinado, medido en metros cúbicos por segundo (m^3/s) o litros por segundo (l/s). El caudal puede variar en función de la temporada, la precipitación y la topografía de la cuenca hidrográfica.

El potencial hídrico se refiere a la energía potencial del agua en la corriente, medida en unidades de presión, como kilopascales (kPa) o bares (bar). El potencial hídrico de una corriente depende de factores como la altura de la superficie del agua, la velocidad del flujo, la gravedad y la fricción con el lecho del río.

En general, a medida que aumenta el caudal de una corriente, también aumenta su potencial hídrico. Esto se debe a que un mayor caudal implica un mayor volumen de agua que ejerce una mayor fuerza en el flujo, lo que aumenta la energía potencial del agua. Sin embargo, el potencial hídrico también puede verse afectado por otros factores, como la evaporación y la infiltración del agua en el suelo (Sergio Steven Parra Cuesta 2019).

4.4.1 Métodos de medición de caudales

Método del flotador

El método del flotador se utiliza en los canales, acequias y da sólo una medida aproximada de los caudales. Su uso es limitado debido a que los valores que se obtienen son estimativos del caudal, siendo necesario el uso de otros métodos cuando se requiere una mayor precisión. Para ejecutarlo, se elige un tramo del canal que sea recto y de sección transversal uniforme, de alrededor de 30 metros de largo, donde el agua escurra libremente. Se marca en el terreno la longitud elegida y se toma el tiempo que demora un flotador (por ejemplo, un trozo de madera) en recorrerla, con el fin de conocer la velocidad que lleva el agua en esa sección (Martínez 2017) Como flotador se puede usar cualquier objeto que sea capaz de permanecer suspendido en el agua, como un trozo de madera, corcho u otro material similar, que no ofrezca gran resistencia al contacto con el aire y que se deje arrastrar fácilmente por la corriente de agua.

Método Volumétrico

Este método permite medir pequeños caudales de agua, como son los que escurren en surcos de riego o pequeñas acequias. Para ello es necesario contar con un depósito (balde) de volumen conocido en el cual se colecta el agua, anotando el tiempo que demoró en llenarse. Esta operación puede repetirse 2 o 3 veces y se promedia, con el fin de asegurar una mayor exactitud.

Método de la trayectoria

Este método es de gran utilidad para el aforo (medición de caudal) en tuberías y bombas. Con él es posible obtener una aproximación aceptable cuando se usa en forma adecuada. La ventaja que presenta es su fácil y rápida operación. La medición se realiza desplazando la regla hasta que el extremo inferior (mango) roce el chorro de agua que sale del tubo. El lado "X" de la regla debe quedar paralelo y apoyado en dicho tubo, para medir así la distancia horizontal que hay desde el punto donde el chorro toca la regla, a la boca de salida de la tubería. La tubería debe estar en forma horizontal. Debe cuidarse que no se produzcan curvaturas a lo largo de ella y que

la tubería vaya llena de agua (Pacheco Mora 2016). Es conveniente hacer varias lecturas con el fin de promediar los resultados y obtener una medición más próxima al caudal verdadero. Una vez realizada la medición en la reglilla horizontal "X", se mide el diámetro interno del tubo.

4.5 Clasificación de los métodos de aforo

Los métodos de aforo son técnicas y procedimientos utilizados in situ para determinar la cantidad de agua que circula por una escorrentía superficial. Los métodos tienen particularidades que depende de las características físicas e hidráulicas del cauce, así como de las técnicas empleadas en la medición de ciertos parámetros necesarios para el cálculo de caudal o gasto (Fernández Pérez 2011). Los métodos de aforo utilizados en cauces o cursos de agua abiertos sean estos; canales hídricos naturales o artificiales, se clasifican de forma general en:

- Métodos directos
- Métodos indirectos

4.5.1 Métodos directos

Estos métodos consisten en obtener el valor del caudal o gasto de manera inmediata. Se consigue generalmente a partir del dato de nivel de agua y de velocidad de flujo, para lo que se utilizan equipos e instrumentos especiales; estos dispositivos facilitan la medición de parámetros y trasladarlos al cálculo de área o sección transversal, velocidad de flujo en el cauce. Con estos valores se aplican las fórmulas explícitas que permiten conocer ágilmente el caudal o gasto que circula en la escorrentía (Directos 2013).

Entre las modalidades empleadas frecuentemente por el método de aforo directo, se tienen:

- Aforo volumétrico
- Aforo gravimétrico

- Aforo químico o con trazadores
- Métodos que utilizan secciones de control
- Métodos que utilizan contracciones (estructuras)
- Vertederos, y
- Aforador Parshall.

4.5.2 Métodos Indirectos

Los métodos de aforos indirectos miden una variable auxiliar relacionada con el área o sección transversal. Una de ellas es el nivel del agua y la otra es la velocidad de flujo; para realizar estas mediciones se utilizan: variadas técnicas de aforo, equipos, herramientas y procedimientos específicos de cada método, con la finalidad de obtener los parámetros necesarios y calcular el caudal.

Entre los métodos más utilizados de aforo indirectos, con sus respectivas modalidades, tenemos:

- Métodos de relación área o Sección transversal-velocidad
- Aforo con molinete hidrométrico o correntómetro
- Aforo utilizando flotador
- Método de relación Nivel de agua-Caudal
- Método de relación área-Pendiente.

4.6 Método del flotador

Método del flotador, consiste en instrumentos flotantes que adquieren la velocidad del agua por la cual hacen su recorrido. Existen dos tipos de flotadores:

Flotadores simples o superficiales. Son aquellos que flotan en la superficie del agua y miden la velocidad superficial de la corriente. Se toma el 80% de la velocidad superficial. El

inconveniente presentado por este flotador es el debido al hecho de estar influenciado por el viento, por las corrientes y por las olas (Montes 2017). El procedimiento consiste en lo siguiente: Se toma un tramo de 5 a 10 mts de longitud de la corriente, en la cual se determinan las áreas en 4 puntos, por ejemplo, si es de 10 mts, a 0 mts, a 3.5 mts; a 7,0 y a 10 metros y se obtiene un promedio. Con el flotador (pelota de ping-pong) se determina el tiempo que tarda en recorrer los 10 mts y se calcula la velocidad al 80%, así $V=S$ (espacio) sobre T (tiempo) y se calcula Caudal. Caudal - Área por Velocidad

Flotador de inmersión o subsuperficial. Están constituidos por una especie de cesto lastrado (piedra u otra cosa pesada) unido a un pequeño flotador (pelota ping-pong, o corcho, etc) mediante una cuerda cuya longitud se regula de modo que el cesto se halle a 0.40 mts de la profundidad a contar desde la superficie libre del agua, y luego se calcula el caudal en base al área y velocidad promedia (Gómez 2015).

4.6.1 Fundamentos del método del flotador

Este método se fundamenta en que los objetos se mueven a la misma velocidad que el agua, en la cual flotan, por consiguiente, medir la velocidad del objeto flotante es medir la de la línea de flujo en la cual se mueven Este método no deberá ser empleado cuando se tema que la medida podría ser afectada por el viento.(Chamorro de Rodríguez 2011)

4.7 Método de estación de aforo permanente

Las estaciones permanentes se realizan aforos dos veces al año durante 24 horas, de esta forma se conoce la intensidad del tráfico durante los períodos de verano e invierno durante el año. Estas estaciones permiten un conocimiento de las variaciones típicas del tráfico (estacionales, semanales y diarias) y de la frecuencia de las intensidades horarias a lo largo del año, así como la obtención de las tendencias del tráfico a largo plazo. En una estación de aforo permanente el cauce tiene que ser lo más estable posible. Esto está asociado a la posibilidad de calcular curvas altura-caudal, de tal manera de que con una simple medición de la altura de agua obtenga el

caudal, ahorrándose todo el trabajo de los aforos (Basán Nickisch 2008). Esto no es posible si la sección cambia, ya que para una misma altura de agua pasarán caudales distintos

4.7.1 Método con molinete de copas

El molinete hidráulico de copa mediante su funcionamiento nos permite obtener y calcular valores referentes a la velocidad de un caudal de corriente de agua, mediante el número de revoluciones (vuelta en determinado número de segundo) utilizando una tabla de velocidades y así realizar aforamientos en las estaciones o cuenca hidrológicas (Carlos 2008).

Un molinete es un pequeño instrumento constituido por una ruedecilla con aspas, la cual, al ser sumergida en una corriente gira proporcionalmente a la velocidad de la misma. El molinete consiste esencialmente de cinco partes que son: una hélice de aspas o copas, que el agua en movimiento hace girar; un mecanismo que permite contar el número de vueltas que da la hélice a intervalos de tiempo definido; un timón que guía el molinete en forma paralela al flujo de la corriente; un escandallo (plomada) y un soporte que permiten sumergir el molinete a la profundidad deseada (Ortega-Gaucin 2012).

Este instrumento se utiliza para determinar la velocidad de un fluido. Esto se logra midiendo el número de vueltas en un tiempo determinado o el tiempo necesario para un número de vueltas definidas. La velocidad del fluido se obtiene de una tabla o ecuación que relaciona la velocidad, el tiempo y el número de vueltas.

4.8 Variación de caudales en escala temporal

Los caudales de las corrientes superficiales pueden variar significativamente en diferentes escalas de tiempo, desde segundos hasta años. Estas variaciones pueden ser causadas por una variedad de factores, como las condiciones meteorológicas, la topografía, el uso del suelo y la vegetación, entre otros.

A corto plazo, los caudales pueden fluctuar rápidamente en respuesta a eventos climáticos como lluvias intensas, tormentas y nevadas. Estas variaciones pueden ser extremadamente rápidas, con aumentos repentinos en el caudal de una corriente en cuestión de minutos u horas. Las inundaciones repentinas, que pueden ser peligrosas y destructivas, son un ejemplo de este tipo de fluctuaciones de caudal.

A escala estacional, los caudales pueden variar debido a los patrones climáticos a lo largo del año. En las regiones con estaciones secas y húmedas distintas, el caudal puede ser bajo durante la estación seca y aumentar significativamente durante la estación húmeda. En otros lugares, el caudal puede variar más gradualmente durante todo el año.

A largo plazo, los caudales pueden ser afectados por cambios en la vegetación y el uso del suelo, así como por el cambio climático. Por ejemplo, la deforestación puede reducir el caudal al disminuir la cantidad de agua que se evapotranspira de las plantas y suelos, mientras que el cambio climático puede alterar los patrones de precipitación y evapotranspiración, lo que a su vez afecta el caudal de las corrientes.

En general, es importante tener en cuenta la conservación temporal del caudal al planificar y gestionar el uso del agua y la gestión de riesgos de inundaciones y sequías. La variación de caudales en escala temporal se refiere a los cambios que ocurren en el volumen de agua que fluye en un río, arroyo u otro cuerpo de agua a lo largo del tiempo. Esta variación puede ser de corto o largo plazo, y puede estar influenciada por una variedad de factores, como las precipitaciones, la temperatura, la evaporación y la topografía del terreno. Las variaciones temporales se dan durante o después de las tormentas (Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental y Ecológica 2011).

4.9 Ubicación de potenciales focos de contaminación puntual y difusa en una corriente superficial

Focos de contaminación puntual y difusa en corrientes superficiales. Las fuentes puntuales de contaminación en tierra representan aquellas actividades cuyos desechos son vertidos directamente a los cuerpos de agua receptoras y el sitio de vertimiento es fácilmente distinguible. Las fuentes no puntuales de contaminación terrestre son conocidas como “fuentes difusas”, se generan por una gama amplia de actividades humanas en la que los contaminantes producidos por ellas, y contenidos en sus descargas, no tienen un punto obvio de entrada a los cuerpos de agua receptoras (Escobar 2002). La contaminación de fuentes difusa es la esorrentía de aguas pluviales que recoge contaminantes de fuentes difusas como pavimento, edificios y tierras agrícolas en su viaje hacia los cuerpos de aguas superficiales (Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental y Ecológica 2011):

- Vertidos aguas residuales urbanas depuradas
- Vertidos procedentes de plantas industriales
- Vertidos de plantas de tratamientos de fangos
- Suelos contaminados
- Zonas de eliminación de residuos y acuicultura

Focos de contaminación difusa en corrientes superficiales (Cardona 2003):

- Agricultura:
- Ganadería
- Zonas de contaminación
- Minería

4.9.1 Contaminación puntual

La contaminación puntual son puntos específicos de descarga de contaminantes. Este tipo de contaminación es fácil de identificar, monitorear y tratar. Las mayores fuentes de contaminación del agua son los desechos de agua doméstica, los escurrimientos industriales, el escurrimiento de la tierra labrada, rellenos sanitarios, etc. Las fuentes puntuales descargan contaminantes en localizaciones específicas a través de tuberías o alcantarillas a cuerpos de agua superficial. Por ejemplo, fábricas, plantas de tratamiento industrial, plantas de tratamiento de aguas negras, industria textil (Espinoza 2022).

4.9.2 Contaminación difusa

La contaminación difusa proviene del agua que escurre el suelo, producto de la lluvia. El agua golpea la superficie de la tierra, disuelve y acarrea un conjunto de contaminantes naturales o producidos por el hombre, que pueden incluir: aceite y desechos por desgaste de vehículos en vialidades urbanas, productos químicos de zonas agrícolas, excremento de actividades pecuarias, lavado de zonas de actividades mineras y materiales tóxicos de áreas urbanas y suburbanas. Estos escurrimientos se dirigen cuesta abajo de la cuenca hacia los cuerpos de agua como arroyos, ríos y lagos, ya sea de modo directo o a través de sistemas de drenaje (Zarza 2022).

V. MATERIALES Y MÉTODO

5.1 Descripción del sitio del estudio

La investigación se realizará en la Universidad Nacional de Agricultura, ubicada en la ciudad de Catacamas, departamento de Olancho, específicamente en la corriente superficial en el área de Importancia para la Conservación de la Vida Silvestre La Montañita. Esta, cuenta con un área total de 37 ha y limita al Norte con la comunidad de las Tablas, al sur con el campus de Universidad Nacional de Agricultura, al Este con la comunidad Santa Clara y al Oeste con el campus de la Universidad Nacional de Agricultura.

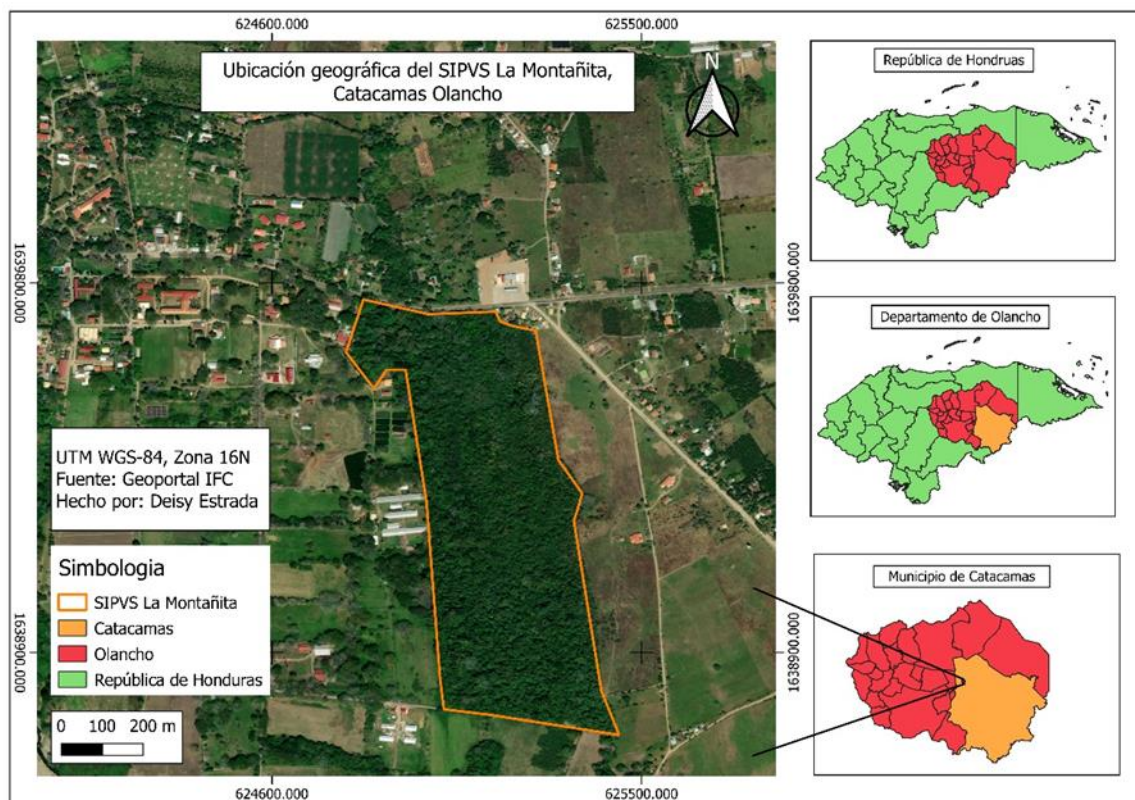


Figura 1. Ubicación geográfica de La Montañita por donde escurre la corriente superficial en la Universidad Nacional de Agricultura.

5.2 Materiales y equipo

Equipo

- Computadora
- GPS
- Multiparámetro HANNA
- Turbidímetro HANNA
- Medidor de Oxígeno Disuelto HANNA
- Metro
- Cloruro de Sodio
- Cuaderno
- Lápiz

Programas

- Satélites (NASA POWER)
- EtoCalculator
- LuMOD
- QGIS
- Excel

5.3 Método

Para abordar este estudio sobre el potencial hídrico de la corriente superficial La Montañita en la Universidad Nacional de Agricultura en Honduras, se utilizará un enfoque combinado de métodos descriptivo, cuantitativo y cualitativo. Se llevará a cabo una caracterización espacial mediante mapeo topográfico, geográfico, levantamiento hidrográfico y teledetección para comprender el área de escurrimiento y la corriente superficial. Además, se aplicarán técnicas cuantitativas, para el monitoreo de caudal de paso durante el tiempo de medición y análisis de datos meteorológicos disponibles, esto, para determinar la oferta hídrica y su variación temporal.

También se emplearán métodos cualitativos para identificar potenciales focos de contaminación puntual y difusa en la corriente superficial en cuestión.

5.4 Caracterización espacial del área de escurrimiento

La caracterización espacial del área de escurrimiento se refiere al análisis detallado de las características físicas y topográficas del área específica donde ocurre el flujo de agua superficial. Esta caracterización es esencial para comprender cómo el agua se mueve a través de la región y para la gestión adecuada de los recursos hídricos.

5.4.1 Área de escurrimiento superficial

Se recolectará toda la información de carácter general de la zona de estudio (clima, tipo de suelo, uso del suelo, capacidad del suelo e hidrología) para ello se examinará diferentes investigaciones realizadas en la zona de estudio.

La caracterización espacial se realizará mediante el software de QGIS donde se subirá una capa vectorial que contenga todas las microcuencas declaradas de Honduras, esta capa se obtendrá por medio de la plataforma de GeoPortal ICF.

Mediante la capa que será descargada por medio de la plataforma de GeoPortal ICF, se trasladará a QGIS y se le aplicará un proceso para obtener la delimitación de la microcuenca de la cual resaltará la red hídrica, esta nos mostrará el área de escurrimiento

5.4.2 Características del cauce

Haciendo uso de QGIS se hará una visualización espacial de la quebrada y se identificarán las características geométricas, como ser la longitud, la pendiente media, anchó promedio y el recorrido que tiene a través de la Universidad Nacional de Agricultura.

5.5 Oferta hídrica de la corriente superficial

El análisis de la oferta hídrica se efectuará a través de la evapotranspiración potencial mediante el método de FAO-Penman-Monteith, con información de la estación meteorológica de la Universidad Nacional de Agricultura (UNAG), los datos serán diario correspondiente al periodo (2022-2023).

Para el cálculo de la evapotranspiración potencial se manejará el programa de la FAO que proporciona un cálculo estándar de la evapotranspiración, la EtoCalculator (ETo) y sus parámetros estadísticos (precipitación, temperatura máxima, temperatura mínima, humedad relativa, viento).

Al tener la evapotranspiración potencial se efectuará un balance hídrico directo (BHD) siendo este un método empírico para estimar el balance, utilizando el cálculo de la precipitación mensual y la evapotranspiración potencial. El método supone que el agua del suelo se va perdiendo conforme pasa el tiempo hasta agotar su reserva y así cubrir las necesidades hídricas del sistema. Este método consiste en estimar mes con mes los parámetros (Toro-Guerrero 2014)

5.6 Variación temporal de caudal de la corriente superficial

Para la variación temporal del caudal se analizará mediante medición directa durante tres meses en el cauce de la corriente superficial. Se utilizará molinete de copas, medición por conductividad o la tendencia simulada del caudal a través de datos de precipitación, temperaturas máximas y temperatura mínima de los periodos 2014 a 2022 en el caso de no poder hacerlo con los procedimientos anteriores. Respecto a los datos del último método, serán descargados de satélites de la Nasa (NASA-Power), la información será procesada en el programa LuMOD online donde se aplicará modelos hidrológicos conceptuales, el modelo a utilizar será el modelo MILC.

5.7 Potenciales focos de contaminación puntual y difusa

Se hará una inspección en busca de indicio de fuentes que pueden generar contaminación puntual y difusa en el recorrido de la corriente superficial La Montañita. Esto se realizará mediante un recorrido in situ y se identificará las actividades que puedan generar contaminación, realizará el análisis los puntos potenciales de contaminación y puntos receptores en el recorrido de la corriente superficial.

Análisis de Calidad de Agua

Análisis Multiparámetro

Usando el medidor multiparámetro portátil se medirá los parámetros, fosforo, nitrógeno, conductividad, oxígeno disuelto, turbidez, pH y temperatura. Se seleccionará cuatro puntos de estudio, donde se llevará el equipo a campo mensualmente para hacer los diferentes análisis, los meses que se realizará los análisis será, julio, agosto, septiembre.

Análisis Microbiológico

Se utilizará un test rápido llamado COLIKAT RAPID para detectar coliformes totales, el cual proporcionará resultados en 18 horas. Se levantará cuatros muestras en los cuatros diferentes puntos de análisis, muestras de 100 ml de agua

Modo de Elaboración

- Se añadirá una bolsa de colikat Rapid en las diferentes muestras de 100 ml de agua.
- Se cerrará la muestra y se agitará hasta que el reactivo se disolvió.
- Luego las diferentes muestras pasaran a la incubadora aproximadamente 24 horas a 36 grados Celsius

10	Cálculo de la Evapotranspiración (EtoCalculator)																								
11	Balance Hídrico																								
12	Análisis los resultados obtenidos																								
13	Defansa de tesis																								

VII. PRESUPUESTO

CALCULO DE COSTES DE OPERACIONES (LPS)			
Descripción del equipo y material a utilizar	Cantidad	Costo unitario (Lps)	Costo total (Lps)
Equipo			
Computadora	1	23,500	3,500
GPS	1	7,200	7,200
Multiparámetro HANNA	1	19,125	19,125
Turbidímetro HANNA	1	28,375	28,375
Medidor de oxígeno disuelto HANNA	1	19,875	19,875
Metro	1	225	225
Cloruro de sodio	20 bolsa de 200 gramos	10	200
Cuaderno	1	55	55
Lápiz	1	7	7
TOTAL	Lps.78,562		
Programas			
Satélite (POWER-NASA)	1	gratuito	gratuito
EtoCalculator	1	gratuito	gratuito
LuMOD	1	gratuito	gratuito
QGIS	1	gratuito	gratuito
Excel	1	gratuito	gratuito
Word	1	gratuito	gratuito
TOTAL	Lps. 78,562		

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Basán Nickisch, M. 2008. "Aforadores de corrientes de agua". s.l., s.e. 61 p. Consultado 23 nov. 2023.
- Cáceres Sindy. s. f. Aguas Superficiales. .
- Cardona, AJ. 2003. Calidad y riesgo de contaminación de las aguas superficiales en la. :195.
- Carlos, EMJ. 2008. Digitalización de molinete hidráulico de copas y pluviómetro. .
- Chamorro de Rodríguez, GI. 2011. Estimación del caudal por el método de flotadores. s.l., s.e.
- Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental; Ecológica, del M para la T. 2011. Análisis de Herramientas de Evaluación de la Difusión y Comportamiento de Agentes Químicos en el Marco de la Normativa de Responsabilidad Medioambiental. Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino. Gobierno de España. :92.
- Escobar, Jairo. 2002. Recursos Naturales e Infraestructura - La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar. s.l., s.e., vol.17. 1-79 p.
- Espinoza, MA. 2022. Contaminación puntual (en línea, sitio web). Consultado 24 nov. 2023.
- Fernández Brown Ernesto. s. f. RUTAS HIDROLÓGICAS.
- Fernández Pérez, CA. 2011. Análisis de metodologías para determinar escurrimientos naturales en sitios no aforados en una cuenca hidrológica instrumentada.
- Gómez, O. 2015. Informe Medición de Caudal Por Método de Flotadores (en línea, sitio web). Consultado 23 nov. 2023.
- Martínez, J. 2017. Método del Flotador (en línea, sitio web). Consultado 23 nov. 2023.
- Montes, JC. 2017. Método Del Flotador (en línea, sitio web). Consultado 23 nov. 2023.
- Oktaviana. 2010. Estudio modelación hidrológico e hidráulica para la estimación de caudales máximos en el área urbana de Matagalpa, Nicaragua. África Education Review 15(1):156-179.
- Pacheco Mora, E. 2016. Método de La Trayectoria (en línea, sitio web). Consultado 23 nov. 2023.
- Sergio Steven Parra Cuesta. 2019. Análisis de oferta hídrica superficial a escala diaria aplicada en cuencas colombianas. Ayan 8(5):55.

Toro-Guerrero, FJ. 2014. Estimación del balance hídrico en una cuenca semiárida, El Mogor, Baja California, México. México, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, México.

Valle De Sula, E EL; Del Carmen Saucedo Asesora, D; Rosa Susana Batres San Pedro Sula Honduras Ca, MR. 2012. Corrientes de aguas superficiales III. .

Zarza, L. 2022. ¿Qué es la contaminación difusa? Text (en línea, sitio web). Consultado 24 nov. 2023.

IX. ANEXOS

Situación actual de la quebrada en la Montañita

