UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

CARACTERIZACIÓN DE LA CAPTACIÓN DE AGUA DE LA PARROQUIA FÁTIMA.

AUTOR(ES):

Sebastián Wanderley Chávez Cañadas

Erwin Fabrizhio Padilla Ortiz

DOCENTE - TUTOR:

Msc. Ricardo Vinicio Abril Saltos

Puyo - Pastaza - Ecuador

2023

UEA
UNIVERSIDAD
ESTATAL AMAZÓNICA

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.

Criterios	Puntaje	Argumentos de la calificación
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5.0 / 5	Si cumple
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de que se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales harrazgos y conclusiones.	3.0 / 5	La problemática debe hacer referencia al lugar de estudio, da énfasis a Ecuador a nivel global
3. INTRODUCCIÓN		
Entrega información sobre temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	18.0 / 20	La problemática no hace referencia al lugar de estudio sino de forma general
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	11.0 / 15	Falta marco teórico relacionado al tema de estudio, objetivos
5. METODOLOGÍA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordo la información.	13.0 / 15	No sigue formato títulos de tablas y figuras No se definen de forma clara como se seleccionan los puntos de muestreo y el muestreo realizado. Las tablas no siguen formato, no deben tener líneas verticales

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y estan claramente representados. El texto no repite infromación entregada en los cuadros y figuras.	22.0 / 25	Mejorar la tabla 6 con líneas horizontales y retirar verticales, respetar formatos. No se hace referencia ala tabla 7 en el texto La discusión debe realizarse a medida que se exponen los resultados no aparte
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10.0 / 10	Si cumple
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5.0 / 5	Si cumple
VALORACIÓN TOTAL	87	OCHENTA Y SIETE

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	Marque con X
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	87

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
ANGELICA MARIA TASAMBAY SALAZAR

ANGÉLICA MARÍA TASAMBAY SALAZAR (PAR CIEGO)

Dado en la ciudad de PUYO, a los 13 días del mes de SEPTIEMBRE de 2023

UEA
UNIVERSIDAD
ESTATAL AMAZÓNICA

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.

Criterios	Puntaje	Argumentos de la calificación
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5.0 / 5	SI CUMPLE
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de que se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales harrazgos y conclusiones.	5.0 / 5	SI CUMPLE
3. INTRODUCCIÓN		
Entrega información sobre temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	18.0 / 20	CUMPLE PARCIALMENTE
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	10.0 / 15	CUMPLE PARCIALMENTE
5. METODOLOGÍA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordo la información.	12.0 / 15	CUMPLE PARCIALMENTE

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y estan claramente representados. El texto no repite infromación entregada en los cuadros y figuras.	20.0 / 25	CUMPLE PARCIALMENTE
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10.0 / 10	SI CUMPLE
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5.0 / 5	SI CUMPLE
VALORACIÓN TOTAL	85	OCHENTA Y CINCO

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	Marque con X
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	85

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
JOSE ANTONIO ROMERO PAGUAY

JOSE ANTONIO ROMERO PAGUAY (PAR CIEGO)

Dado en la ciudad de PUYO, a los 14 días del mes de SEPTIEMBRE de 2023

Ouriginal by Turnitin

Firmado electrónicamente por:
RICARDO VINICIO
ABRIL SALTOS

Document Information

Analyzed document	articulo c2.docx (D173466349)
Submitted	9/5/2023 7:28:00 PM
Submitted by	Ricardo Abril
Submitter email	rvabril@uea.edu.ec
Similarity	4%
Analysis address	rvabril.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA

ARTICULO LAS PEÑAS DE AGUA BLANCA TERMINADO (1).pdf
Document ARTICULO LAS PEÑAS DE AGUA BLANCA TERMINADO (1).pdf (D134110493)
1

W

URL: https://www.ugr.es/~cjl/colimetria.pdf
Fetched: 9/5/2023 7:29:00 PM
1

W

URL: https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/482/1/T.AMB.B.UEA.3167
Fetched: 9/5/2023 7:29:00 PM
3

W

URL: https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/493/1/T.AMB.B.UEA.3179
Fetched: 9/5/2023 7:29:00 PM
1

SA

CELI-CANGO-MARLON-FERNANDO-PROYECTO TERMINADO.docx
Document CELI-CANGO-MARLON-FERNANDO-PROYECTO TERMINADO.docx (D57008725)
1

W

URL: https://www.hidraqua.es/captacion#:~:text=La%20captaci%C3%B3n%20es%20el%20proceso,agua%20de%20...
Fetched: 9/5/2023 7:29:00 PM
1

W

CARACTERIZACIÓN DE LA CAPTACIÓN DE AGUA DE LA PARROQUIA FÁTIMA

Chávez Cañadas Sebastián Wanderley[1]
amb2017285@uea.edu.ec

Erwin Fabrizhio Padilla Ortiz[1]
amb2017304@uea.edu.ec

Ricardo Vinicio Abril Saltos, M. Sc[2]
rvabril@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la vida, Carrera Ingeniería Ambiental (1)

Resumen

El Ecuador tiene una significativa red hidrográfica que es parte de la cordillera de los Andes, donde se encuentran 1195 fuentes de agua cruda y entre ellas están 177 ríos. Debido al creciente aumento de actividades antrópicas y demográficas, la calidad del agua está amenazada por agentes químicos como biológicos. El objetivo fue: Caracterizar la captación de agua de la parroquia Fátima, cantón y provincia Pastaza. Se caracterizó el suelo a través de pruebas de infiltración y análisis de textura, densidad aparente y materia orgánica. Se tomó muestras de agua durante 4 fechas de muestreo para caracterizar los parámetros: turbidez, pH, DBO5, Oxígeno disuelto, sales disueltas, sólidos totales, disueltos y suspendidos, temperatura, conductividad eléctrica y coliformes totales. Los resultados reportaron un suelo franco arcillo-arenoso, el cual pertenece a la categoría IV con una condición hidrológica buena y un número de curva de 39, se obtuvo una concentración de materia orgánica de 5,04%. Los parámetros de calidad de agua identificaron que se encontraron dentro de los Limites permisible según el Acuerdo Ministerial N°097-A TULSMA establecidas para agua de consumo humano, con un valor de pH, la temperatura, la conductividad eléctrica, coliformes totales, solidos suspendidos, solidos disueltos,

solidos totales, sales disueltas, la turbidez y oxígeno disuelto en la cual se concluye que la captación de agua es apta para el consumo humano, ya que los valores se encuentran dentro de los límites máximos permisibles de la normativa. Mediante los datos obtenidos en la caracterización del suelo se concluye que la zona de recarga hídrica de la captación de Fátima posee una extensión de 0,828 km, lo que demostró la presencia de altas precipitaciones que infiltran en el suelo y recargan sus aguas subterráneas.

***Palabras Clave**:* captación, caracterización, agua, parámetros, muestreo.

Abstract

Ecuador has a significant hydrographic network that is part of the Andes Mountain range, where 1195 raw water sources are found, including 177 rivers. Due to increasing anthropogenic and demographic activities, chemical and biological agents threaten water quality. The objective was: To characterize the water catchment of the parish Fátima, canton and province Pastaza. The soil was characterized through infiltration tests and analysis of texture, bulk density, and organic matter. Water samples were taken during four sampling dates to characterize the following parameters: turbidity, pH, BOD5, dissolved oxygen, dissolved salts, total, dissolved, and suspended solids, temperature, electrical conductivity, and total coliforms. The results reported a sandy clay loam soil, which belongs to category IV with a good hydrological condition and a curve number of thirty-nine, an organic matter concentration of 5,04% was obtained. The water quality parameters identified were found to be within the permissible limits according to the Ministerial Agreement N°097-A TULSMA established for water for human consumption, with a pH value, temperature, electrical conductivity, total coliforms, suspended solids, dissolved solids, total solids, dissolved salts, turbidity and dissolved oxygen in which it is concluded that the water catchment is suitable for human consumption, since the values are within the maximum permissible limits of the regulations. Through the data obtained in the soil characterization it is concluded that the water recharge zone of the Fatima catchment has an extension of 0,828 km, which demonstrated the presence of high rainfall that infiltrates the soil and recharges its groundwater.

***Keywords**:* catchment, characterization, water, parameters, sampling

1. INTRODUCCIÓN

El Ecuador es un país que contiene un alto número de ríos, con una significativa red hidrográfica que parte desde la cordillera de los Andes, y que desemboca en el río Amazonas y Océano Pacífico (Simbaña et al., 2019). En 2021, se registraron un total de 1195 fuentes de agua cruda, en cuanto a las fuentes de captación superficiales, se reportaron un total de 557, entre las principales se encuentran las quebradas con 239 y ríos 177(Terán et al., 2022).

La calidad del agua para consumo humano es un punto de interés en el desarrollo del país y debe estar libre de agentes infecciosos, sobre todo por su efecto en la salud de la población (Vinelli, 2016). Respecto a Ecuador, por mucho tiempo el manejo inadecuado del agua estuvo relacionado en gran parte por su manera de priorizar la mejora en el aprovisionamiento, más no en la calidad. Este cuestionamiento aumenta debido a la falta de reservas económicas destinadas al cuidado de la conservación y a mejorar las políticas ambientales en lo referente a un buen criterio de manejo.

Bajo esta perspectiva, el objetivo del presente trabajo fue analizar las características de la captación de agua de la parroquia Fátima. Para el estudio se consideraron los distintos parámetros físicos, químicos y microbiológicos, que permitieron conocer las características y la calidad que posee el cuerpo de agua. Finalmente se utilizó el software ArcGIS para determinar el modelamiento del área de recarga en la zona de estudio.

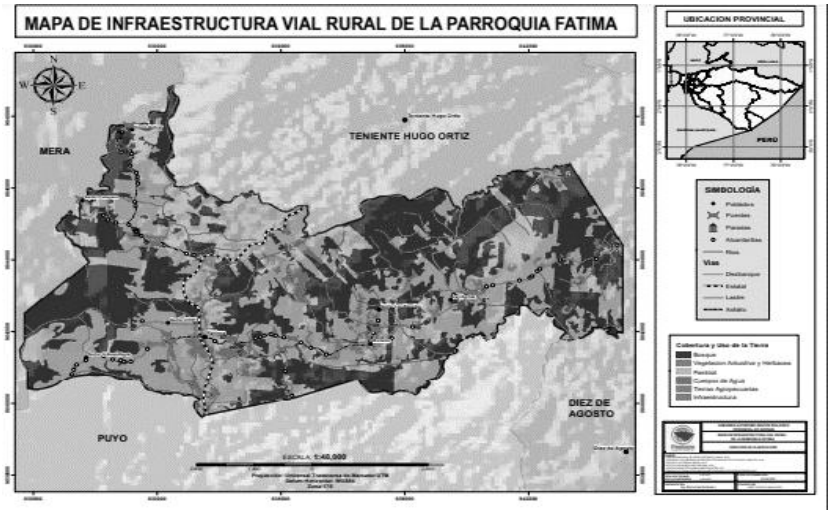
2. MATERIALES Y MÉTODOS/METODOLOGÍA

El trabajo de investigación se desarrolló en la provincia de Pastaza, en la parroquia Fátima, ubicada a siete kilómetros de Puyo con 863 habitantes y una temperatura que oscila entre los 18° a 24°C, la cual limita al Norte con la parroquia teniente Hugo Ortiz, al Sur con el cantón

Pastaza- Puyo, al Este con la parroquia 10 de agosto, y al Oeste con el cantón Mera (Figura 1) (GADPASTAZA, 2015)

Figura 1.

Mapa parroquia Fátima



Fuente: *Zambrano, 2019.*

La metodología escogida para esta investigación fue de carácter analítico-descriptivo donde se requirió revisiones bibliográficas, artículos, revistas científicas, base de datos, tesis de grado y posgrados, etc. Además de investigaciones comprendidas durante los meses de junio y julio del período electivo 2023-2023 donde se utilizaron materiales, herramientas (Tabla 1) con los cuales se recolectaron muestras de la captación de agua durante cuatro fechas diferentes, que fueron analizadas en laboratorio mediante parámetros químicos, físicos y microbiológicos para monitorear el caudal y calidad de agua.

Tabla 1

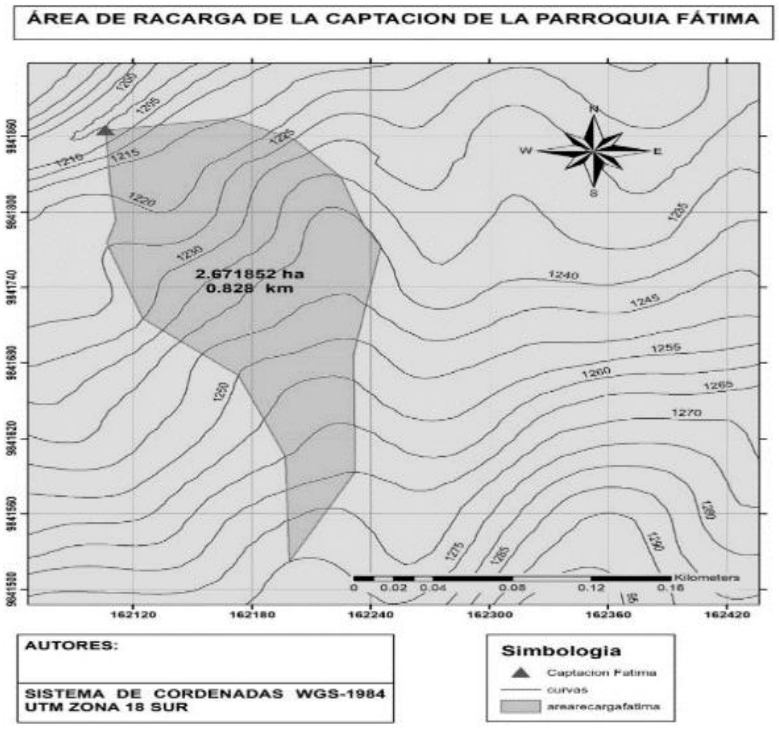
Materiales y herramientas utilizadas en la captación y caracterización de agua de la parroquia Fátima.

MATERIALES	
GPS	Laboratorio
Computadora	Multiparamétrico conductímetro
Libreta de apuntes	Mandil, botas
HERRAMIENTAS	
Nivel, regla	Incubadora digital
Cronómetro	Balanza de presión

Cinta métrica	Desecador
Software ArcGIS	Balanza analítica
Envases	Estufa, Plancha agitadora

Figura 2

Zonificación del área de recarga



2.1 MU

Seg s requisitos que debe tener el agua para el consumo del ser humano, mediante sus parámetros o características fisicoquímicas y microbiológicas. El método de NMP (Número Más Probable) para coliformes totales se basa en la determinación del número de coliformes presentes en una muestra mediante la siembra de distintos volúmenes del agua (Rojas, 2017).

Procedimiento de recolección de muestras para agua

1. Localización y registro del punto de toma de muestra
2. Toma de muestra de combinada de agua para parámetros fisicoquímicos y muestra simple para análisis microbiológicos
3. Identificación de la muestra (lugar, fecha, nombre)
4. Traslado y análisis en laboratorio

Los parámetros de las muestras analizadas en laboratorio de la zona de recarga en la captación de agua se indican en la tabla 2, para determinar la calidad de agua por medio del índice de calidad de agua.

Tabla 2

Metodología de los análisis fisicoquímicos, microbiológico.

FISICOQUÍMICAS		
Parámetro	**Unidad**	**Método de ensayo**
Potencial de hidrógeno	Unidades de pH	Multiparamétrico marca HACH Standard Methods 4500H+B
Turbidez	NTU	Turbimetro portátil Standard Methods 2130B
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	Standard Methods 5510BOD
Temperatura	°C	Standard Methods 2520A+B
Sólidos disueltos	mg/L	2540 C Standard Methods 22ND Ed
Sólidos totales	mg/L	2540 B Standard Methods 22ND Ed
Sólidos suspendidos	mg/L	2540 D Standard Methods 22ND Ed
Oxígeno disuelto	ppm	Standard Methods 4500-O+G
Conductividad eléctrica	µs/cm	Standard Methods 2520 B
MICROBIOLÓGICO		
Parámetro	Unidad	**Método de ensayo**
Coliformes totales	NMP / 100 mL	Standard Methods NMP

2.2 MUESTREO DE SUELO

Se selecciono el lugar para el desarrollo de las pruebas de infiltración, seleccionan tres sitios dentro del área de recarga.

Para el contenido de carbono y textura, se realizó una muestra compuesta en cruz, se colocó la misma en funda zip lock, la cual fue codificada y llevada al laboratorio. Para la densidad aparente, se utilizaron cilindros de acero con un radio 6,35 cm y 5 cm de altura (Tabla 3).

En el mismo sitio donde se tomaron las muestras, se realizó las pruebas de infiltración, a través del método del cilindro doble, tomando medidas de la laminade infiltración a los0,1,2,3,4,5,10,10,20,30,45,60,75,90,120 minutos, se registró datos como cobertura de suelo, profundidad de humus y ancho de hojarasca.

Tabla 3,

Metodología del análisis del suelo.

Parámetro	Unidad	Método de ensayo
Densidad aparente	g/L	Gravimétrico (Balanza eléctrica)
Contenido de carbono	Pg	Calcinación (Estufa/ mufla)
Textura del suelo	Mm	Bouyoucos (Hidrómetro)
Infiltración	mm/hora	Infiltrómetro (en campo)

2.2.1 Densidad aparente

El método gravimétrico es el método directo de medición de la humedad del suelo (1) que se basa en la masa seca de la muestra o en su volumen (García, 2017).

Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\%Hg=\frac{Ma}{Mss}\cdot 100 \quad (1)$$

Donde:

Hg: humedad gravimétrica

Ma: masa o peso del agua

Mss: masa o peso de suelo seco

Según Alvarado & Apolo (2019), describe la compactación del suelo representando la relación sólidos-espacio poroso, utilizando el método de cilindro ecuación (2).

Donde:

$$\mathbf{DA}=\frac{Ps}{Vs} \quad (2)$$

Donde:

DA: densidad aparente;

Ps: peso de los sólidos de la muestra o peso seco;

Vs: volumen total de la muestra

La textura del suelo fue determinada a través del método de Bouyoucos (Erazo, 2019) y la concentración de carbono, a través de calcinación en la mufla, metiendo la muestra del suelo seco al aire colocada en crisoles y secados a 360°c en un período de dos horas para analizar el contenido de carbono orgánico, detallada en la ecuación (4) y (5). (Castro & Morales, 2019).

Se calcula mediante la siguiente ecuación:

%MO = (peso 105°C – peso 360°C) *100/ peso 105°C (4)

%CO= % MO *0,58 (5)

Donde:

%CO: Es el porcentaje de carbono orgánico

%MO: Es el porcentaje de materia orgánica

De los resultados de la prueba de infiltración se determino el número de curva (Martínez de Azagra et al., 2003; Sánchez, s. f.) para el resto de los parámetros de agua y suelo se determinaron los valores promedios.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Infiltración

Según Ruiz & Martínez (2015) existen dos métodos clásicos para determinar la velocidad de infiltración del suelo. Uno de ellos es el método de infiltrómetro, que consiste en aislar en fragmento o sección de suelo para medidas con valores que apliquen en cuencas homogéneas y de pequeño tamaño.

3.1.1 Velocidad de infiltración

La tabla 4 detalla los datos recolectados en un lapso de 0 a 120 min, la cual permitió conocer los resultados de las siguientes variables: velocidades de infiltración, infiltración parcial y acumulada que son plasmadas en la figura 3. Con este antecedente se pudo comparar la primera variable infiltración acumulada, la misma que asciende a mayor tiempo, es decir 120 min obtuvo como resultado 4,7 siendo este el valor más alto en comparación con el min 0 la infiltración acumulada fue cero. Además, se pudo identificar que contrario a esto, los datos de velocidad de infiltración en un tiempo de 120 min obtendrán un 0,04 y en el min 2, alcanzara 1,00. Cabe destacar que no existe un valor similar entre la velocidad de infiltración y la infiltración acumulada, esto en consecuencia que los datos de campo han sido recogidos uno por cada minuto determinado en la tabla 4.

Tabla 4

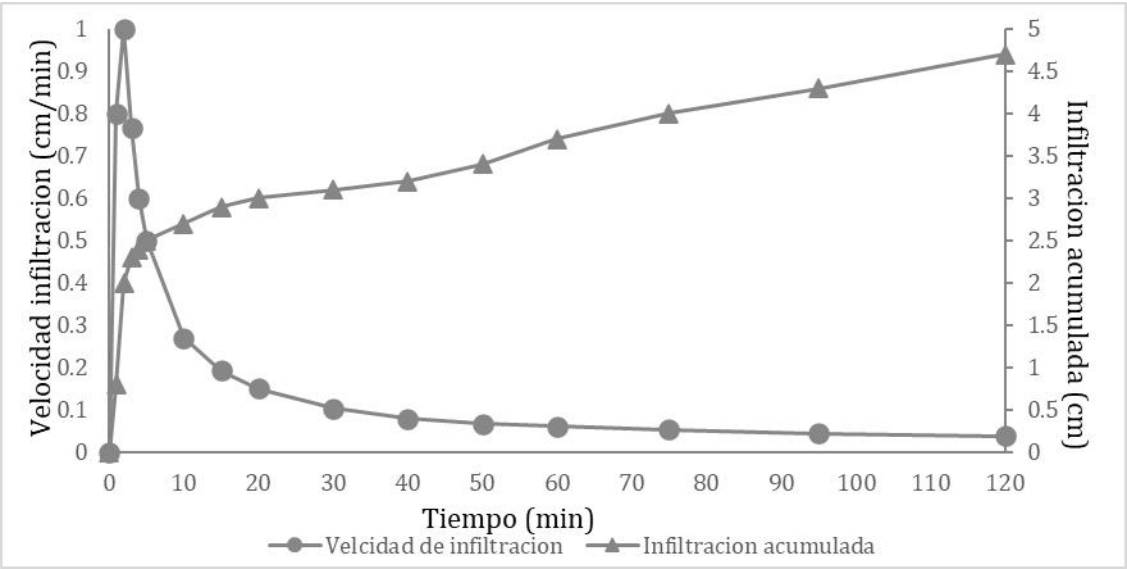
Datos recolectados en campo de la velocidad de infiltración.

Minuto	Lectura	Infiltración	Infiltración	Velocidad de

		parcial	acumulada	infiltración
0	15	0	0	0
1	14,2	0,8	0,8	0,80
2	13	1,2	2	1,00
3	12,7	0,3	2,3	0,77
4	12,6	0,1	2,4	0,60
5	12,5	0,1	2,5	0,50
10	12,3	0,2	2,7	0,27
15	12,1	0,2	2,9	0,19
20	12	0,1	3	0,15
30	11,9	0,1	3,1	0,10
40	11,8	0,1	3,2	0,08
50	11,6	0,2	3,4	0,07
60	11,3	0,3	3,7	0,06
75	11	0,3	4	0,05
95	10,7	0,3	4,3	0,05
120	10,3	0,4	4,7	0,04

Figura 3.

Gráfico de los datos recolectados en campo para la velocidad de infiltración.



Nota. Como se puede apreciar en la Figura (3) la infiltración acumulada y la velocidad de infiltración depende del tiempo en el que se ha tomado la muestra.

3.2 Muestreo de los parámetros físico, químico y microbiológico

En la tabla 5 se expresan los valores obtenidos en las muestras de laboratorio para determinar la calidad de agua de consumo humano y uso doméstico durante cuatro fechas de recolección y en un solo punto de muestreo entre los meses de junio y julio mediante los métodos de laboratorio NMP (número más probable), disolución seriada y la disolución disuelta.

Se realizaron análisis comparativos a través de los límites máximos permisibles según la normativa INEN 1108 y el Acuerdo Ministerial N°097-A TULSMA 2015 las mismas que regulan el agua de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieren tratamiento convencional. Así se determinó si los parámetros analizados en el laboratorio con las muestras recolectadas están en los LMP según las normativas para sistemas de abastecimiento público o red de distribución.

La posibilidad de que el agua se conserve a una sola temperatura durante un tiempo prolongado es muy escasa, aunque si bien los resultados nos muestran que sus cifras no poseen una gran variación, sino más bien son parecidas como lo demostraron sus valores de las cuatro muestras 23.5 °C, 28.8°C, 21,7°C, 21,3°C. Esto teniendo en cuenta que durante las fechas de junio y julio la temperatura ambiental máxima en la ciudad de Puyo es 26 °C.

En cuanto a la conductividad eléctrica se expresa los resultados para las fechas del 16, 22 y 29 de junio respectivamente con los valores de 108,4 µs/cm; 108,0 µs/cm; 169,1 µs/cm, en comparación con el 25 de julio con un 116,9 µs/cm. Como resultado de ello se puede analizar que, al disminuir la temperatura, aumenta la conductividad eléctrica y otros parámetros como son las sales disueltas que también influyen en la calidad del agua.

Para los coliformes totales los resultados evaluados en laboratorio en las fechas del 16 y 29 del mes de junio presentaron valores de 16 NMP y 6900 NMP, en comparación con las fechas del 22 de junio y el 25 de Julio donde el valor fue de <1,1NMP, tomando en cuenta que LMP TULSMA es de 600 NMP/mL. Concluyendo que existe un bajo porcentaje de contaminación en el agua.

En los sólidos suspendidos, los resultados fueron de 4 mg/L en el 16 y 22 de junio, de 13 mg/L el 29 de junio y de 17 mg/L el 25 de julio; los sólidos totales fueron de 83 mg/L,80 mg/L,99 mg/L,72 mg/L respectivamente de los datos recolectados en las cuatro fechas; en los disueltos, los

resultados están menores del LMP de la norma de TULSMA (1000 mg/L, 108,2 g/L).

Los análisis realizados en el laboratorio respecto a las muestras recogidas en la captación de agua se detallan en la tabla 5 y varían de acuerdo con las fechas recolectadas.

Tabla 5

Parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la captación de agua de la parroquia Fátima.

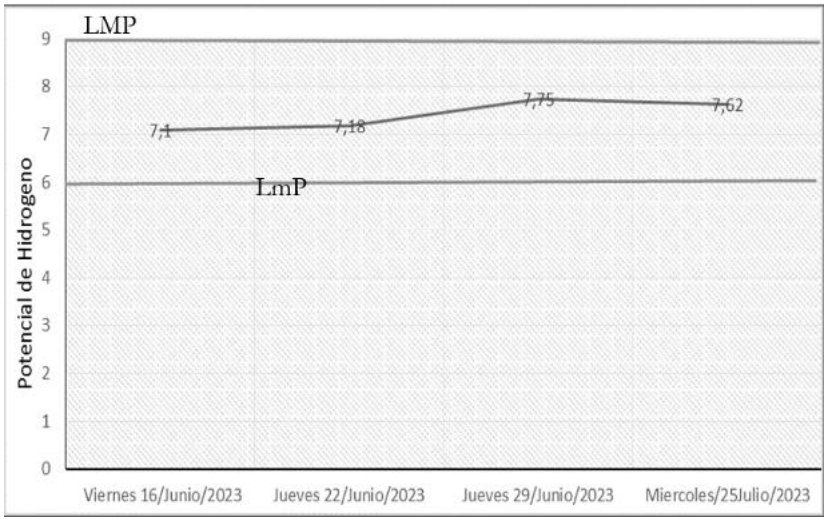
Parámetro	Unidad	16/Junio/2023	22/Junio/2023	29/Junio/2023	25/Julio/2023	LMP TULSMA	Norma INEN 1108
Temperatura	(C°)	23,5	22,8	21,7	21,3	…	…
Conductividad eléctrica	(µs/cm)	108,4	108,0	169,1	116,9	…	…
Coliformes totales	(NMP)	16	<1,1	6900	<1,1	1000	<1,1
Solidos suspendidos	(mg/L)	4	4	13	17	…	…
Solidos totales	(mg/L)	83	80	99	72	…	…
Solidos disueltos	(mg/L)	80	83	92	74	1000	…
Sales disueltas	(g/L)	69,4	69,1	108,2	74,8	…	…

Además, existen otros parámetros que se tomaron en consideración dentro de este análisis y que se han sido plasmado mediante las figuras 4,5,6 las mismas que analizaron a través de graficas si los datos recolectados para los parámetros analizados se encuentran dentro de los

limites mínimos y máximos permisible.

Figura 4.

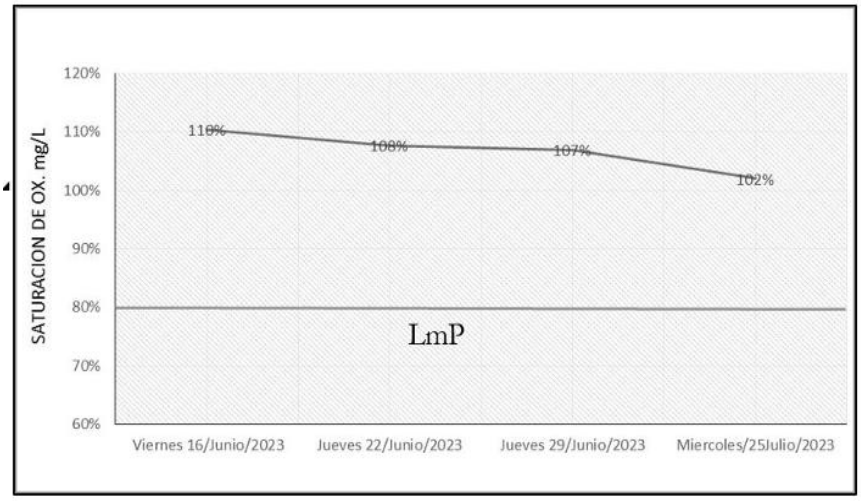
Potencial de hidrógeno



Nota. Según la figura 4, el potencial de hidrógeno aumenta de 7,1 pH a 7,62 pH, lo que manifiesta que está en un rango neutro de escala de pH, hasta un pH de 9, algo alcalino permitido.

Figura 5

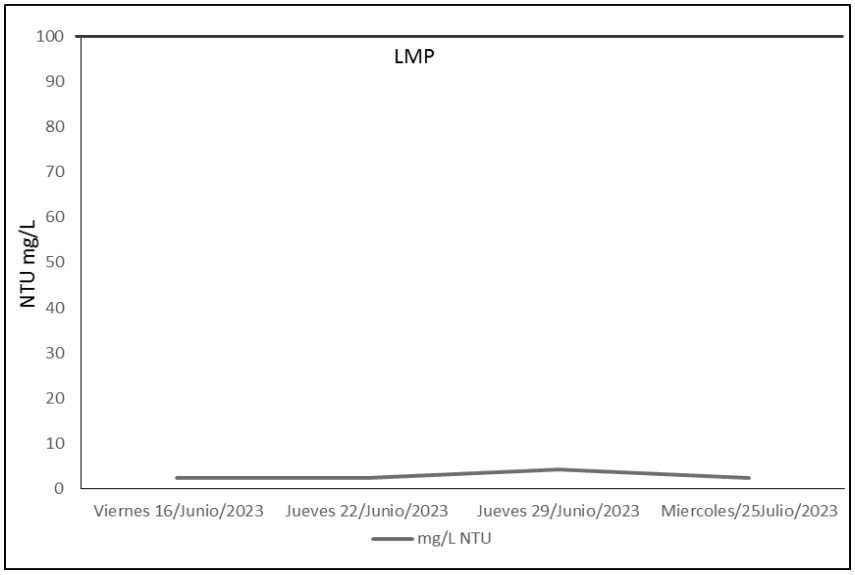
Saturación de oxígeno



Nota. Como se puede apreciar en la figura 5, la concentración de oxígeno de la captación en las diferentes fechas de muestreo emitió un porcentaje del 110% disminuyendo hasta el 102%, de esta manera se dedujo que entre mayor sea la cantidad de oxígeno, mejor será la calidad del agua.

Figura 6

Turbidez del agua de la captación



Nota. La figura 6 muestra que, según los LMP y los valores de los análisis de laboratorio el agua de la captación de Fátima, se encuentran en condiciones favorables ya que no existen componentes que alteren o afecten la calidad de esta, sino que cumple las condiciones óptimas de calidad para el consumo de la población del sector.

4. Condición hidrológica del suelo

Permite demostrar la relación que existe entre la infiltración y el escurrimiento, así como la densidad y cubierta de plantas. Se puede decir que existe una buena condición hidrológica cuando la misma posee un potencial bajo de escurrimiento lo que favorece la infiltración en el suelo, al contrario, si la condición hidrológica es pobre, entonces incrementa el escurrimiento y tendrá una bajo infiltración. Con esta premisa se pudo determinar los siguientes resultados que se detallan a continuación en la tabla 6:

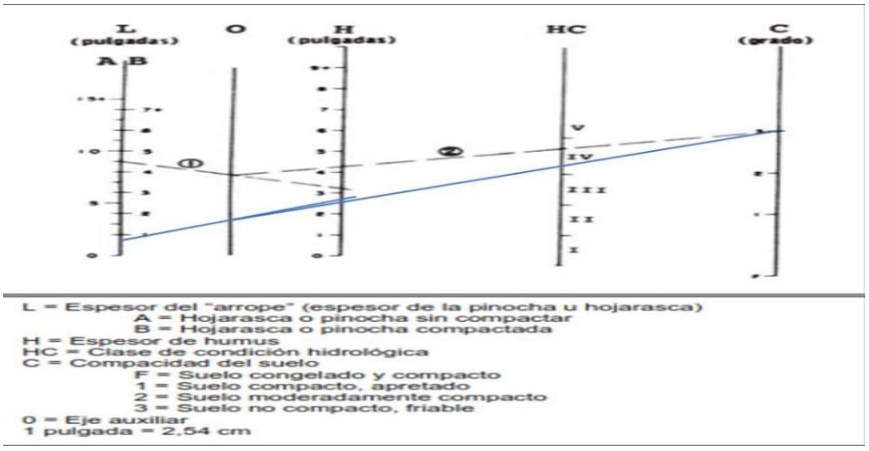
Característica	Proceso y Resultado
Espesor del arrope	(4,7*10) /2=23,5 >11,43.
Hojarasca	A=5/2,54=2 pulgadas.
Humus	H 7 cm/2,54=2,75 pulgadas.
	(〖 (1000) 〗 ^2*48*9,4) /(20*(1000+1000g) (3,14 〖

Nivel de compactación	cm〗^2) (42))
	= 85,5 KPa
	85,5KPa/1000 MPa
	= 0,085MPa (nivel de compactación bajo).
Compactación del suelo	Total=3 (suelo no compacto friable).
Clase de condición hidrológica	HC=4
	Lluvia previa = 8,1 época seca
	Línea de curva pastizal = 39
	Transformamos condición CN(II) a condición CN(III)
	(4,2*(39)) / (10-0,058(39))
	163,8/7,74.

Nota. En la tabla se detalla los valores obtenidos en campo y que han sido resueltos a través de fórmulas y cálculos matemáticos, que permitieron determinar la condición hidrológica del suelo en la captación de Fátima.

Figura 7

Nomograma para condición hidrológica del suelo



Fuente: (Martínez et al., 2003)

Después de los cálculos realizados para la condición hidrológica del suelo, se utilizó el nomograma (figura 6) el cual mostró que existen valores como: L (Hojarasca) de 2, H (espesor de humus) de 2,75. Además el nivel de compacidad del suelo con un valor de 3 que evidenció a la zona con un suelo no compacto y friable. Finalmente, HC (clase de condición hidrológica) determinó que pertenece a la categoría IV con una condición hidrológica buena y una línea de curva de 39, valor que pertenece a un suelo tipo A de vegetación pastizales o pastos naturales, de

tipo franco arcillo-arenoso

4.1 Análisis de laboratorio para identificar la textura de suelo

El tipo de suelo de la muestra recolectada en campo y evaluada en el laboratorio dio como resultado un suelo franco arcillo-arenoso, con 23% de limo, 57% de arena, 20% de arcilla y con un 5,04 % de materia orgánica, y su temperatura que oscila de 23,7 °C a 23,5°C.

5. DISCUSIÓN

Los resultados de infiltración expresan velocidades entre 0,04 y 1,00 cm/ min que varían en las cuatro muestras recolectadas, estos son parecidos a los resultados expuestos por Abril et al.,(2022), en las captaciones de agua San Jacinto, Kotococha, Huagrayacu y Apangora, de las cuales se obtuvieron velocidades de infiltración entre 0,01 a 4,4 cm /min de las zonas o puntos evaluados. La velocidad de infiltración es un punto clave en el análisis de textura del suelo, como resultado se obtuvo un suelo franco arcillo-arenoso con el 5,04 % de materia orgánica, definiéndolo en la categoría IV (pastizales) con una condición hidrológica buena, que se expresaron de manera similar en Alvarado & Apolo, (2019) de la ‘'Caracterización hidrológica y geomorfológica de la subcuenca del río puyo en el tramo Fátima-sector puente km 2 ½ vía Puyo-Tena’’ donde predomina un suelo franco arcilloso-arenoso seguida de la clase franco arcilloso en dicho trabajo investigativo.

Los parámetros para la evaluación de los valores referentes a las normas TULSMA fueron la conductividad eléctrica, coliformes totales, solidos suspendidos y totales por medio de NMP, disolución seriada y disuelta sus valores fueron inferiores respecto a la normativa INEN 1108. Además, en el potencial de hidrógeno el resultado fue un pH neutro y los resultados de saturación de oxígeno varían de 110% a 102% así como los análisis de turbidez se encuentran dentro de los LMP, debido a que los componentes no alteren la calidad de agua para consumo humano. De esta manera se puede deducir que los resultados expuestos son parecidos al trabajo investigativo realizado por (Abril et al., 2017), del ‘‘Diagnóstico de la zona de recarga hídrica de la comunidad San Jacinto, parroquia Tarqui, cantón y provincia de Pastaza’’.

6. CONCLUSIONES

De acuerdo con la investigación, se concluye que la zona de recarga hídrica de la captación de Fátima posee una extensión de 0,828 km, lo que demostró la presencia de altas precipitaciones

que infiltran en el suelo y recargan sus aguas subterráneas.

En lo que se refiere a los parámetros para la calidad de agua, según los análisis realizados en el laboratorio los valores se encuentran dentro de los LP de la normativa establecida para agua de consumo humano, para el pH los valores fueron 7,1 pH a 7,62 pH, lo que manifiesta que la misma se encuentra en estado algo alcalino permitido para el consumo normal de las personas.

De acuerdo con el nomograma y a los análisis de laboratorio, se determinó mediante los resultados que este pertenece a una vegetación tipo pastizales o pastos con una condición hidrológica buena y con un suelo franco arcillo-arenoso. Además, los suelos presentan poca compacticidad y una mínima cantidad de materia orgánica con un 5,04 %.

REFERENCIA

Alvarado, O., & Apolo, A. (2019). *CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA Y GEOMORFOLÓGICA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO PUYO EN EL TRAMO FÁTIMA-SECTOR PUENTE KM 2 ½ VÍA PUYO TENA* [Universidad Estatal Amazónica]. https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/482/1/T.AMB.B.UEA.3167

Álvarez, D. (2021). Agua. *Concepto*. https://concepto.de/agua/#ixzz8B4sxAbxD

Baque, R., Simba, L., González, B., Suatunce, P., Diaz, E., Cadme, L. (2016). Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador. *Revista Ciencia UNEMI*, *9*(20), 109-117.

Castro, J., & Morales, J. (2019). *"DIAGNÓSTICO DE LA ZONA DE RECARGA HÍDRICA DE LA COMUNIDAD SAN JACINTO, PARROQUIA TARQUI, CANTÓN Y PROVINCIA DE PASTAZA"* [Tesis de grado, Universidad Estatal Amazónica]. https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/493/1/T.AMB.B.UEA.3179

Chica, E., & Chimborazo, S. (2020). *"Control de Calidad Física Química y Microbiológica del agua potable de la Comunidad Rural Sisid Anejo, Parroquia Ingapirca, Provincia del Cañar"* [Tesis previa a la obtención del título de Bioquímica Farmacéutica., Universidad de Cuenca]. http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/34618/1/Trabajo%20de%20titulaci%C3%B3n.pdf

Erazo, E. A. (2019). *USO DE ALGORITMO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA DESARROLLAR UNA METODOLOGÍA PARA MEDIR LA TEXTURA DE LOS SUELOS*. 58.

GADPASTAZA. (2015). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTON PASTAZA 2015-2020*. 237.

García, L. (2017). *METODOLOGÍAS DE CAMPO PARA DETERMINAR PROFUNDIDAD, DENSIDAD APARENTE, MATERIA ORGANICA, INFILTRACIÓN DEL AGUA, TEXTURA Y pH EN EL SUELO*. https://cenida.una.edu.ni/documentos/NP33G216m.pdf

Herrera, H. (2011). *PROBLEMÁTICA JURÍDICO AMBIENTAL DEL SUMINISTRO, SANEAMIENTO Y CONTAMINACIÓN DEL AGUA DULCE EN EL MUNDO Y EN MÉXICO. Una propuesta de solución* [Tesis de grado]. http://biblio.upmx.mx/tesis/128624.pdf

HIDROAQUA. (2022). *El origen del agua potable*. https://www.hidraqua.es/captacion#:~:text=La%20captaci%C3%B3n%20es%20el%20proceso,agua%20de%20mar%20previamente%20desalada

INEC. (2014). *AGUA POTABLE. REQUISITOS*. http://www.pudeleco.com/files/a16057d.pdf

Martínez, A., Mongil, J., & Del Río, J. (2003). *Pequeña guía de uso del modelo MODIPÉ*. 28.

Peñuela, L., & Carrillo, J. J. (2013). DEFINICIÓN DE ZONAS DE RECARGA Y DESCARGA DE AGUA SUBTERRÁNEA A PARTIR DE INDICADORES SUPERFICIALES: CENTRO-SUR DE LA MESA CENTRAL, MÉXICO. *Investigaciones Geográficas*, *81*. https://doi.org/10.14350/rig.30518

Rojas, S. (2017). *DETERMINACION DE BACTERIAS COLIFORMES: COLIMETRIA*. https://www.ugr.es/~cjl/colimetria.pdf

Ruiz, E., & Martínez, M. (2015). TEMA 4. INFILTRACIÓN Y HUMEDAD DEL SUELO. *Hidrología aplicada*, 24.

SENACE. (2009). *Aprueba Límites Máximos Permisibles para las emisiones de la Industria de Harina y Aceite de Pescado y Harina de Residuos Hidrobiológicos*. 7.

Silvestre, P. (2021). *"Comprobación de diseños tipo para captaciones de agua superficial en ríos para consumo humano"* [Tesis de grado, UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ].
https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3001/1/PROYECTO%20DE%20TITULACI%C3%92N%20%28SILVESTRE%20PATRICIA%29%20.pdf

Simbaña, K., Romero, D., Yánez, G., Benavidez, D., & Navarrete, H. (2019).

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO PITA (ECUADOR), IMPLICACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE (InfoANALITICA). https://infoanalitica-puce.edu.ec/infoanalitica/article/view/104/120

Terán, C., Arguello, J., & Cando, C. (2022). *Boletín Técnico No 05-2021-GAD Municipales*. 3-24.

Abril, R., Morales, J., Castro, J., Giles, M., Guevara, H., Vargas, M., Revelo, E., & Villacis, T. (2022). *Caracterización de captaciones de agua en Puyo, Pastaza*. *XLIII*(04). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382022000400003

Abril, R., Rodríguez, L., Sucoshañay, D., & Bucaram, E. (2017). *Caracterización preliminar de calidad de aguas en subcuenca media del río Puyo*. *XXXVIII*(2), 59-72.

Agrolab. (2012). *Análisis de Agua COLIFORMES FECALES, COLIFORMES TOTALES Y E. COLI* (pp. 1-4). http://www.agrolab.com.mx/sitev002/sitev001/assets/interpretacion_microbiologia_2012.pdf

Alvarado, O., & Apolo, A. (2019). *CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA Y GEOMORFOLÓGICA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO PUYO EN EL TRAMO FÁTIMA-SECTOR PUENTE KM 2 ½ VIA PUYOTENA* [Universidad Estatal Amazonica]. https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/482/1/T.AMB.B.UEA.3167

INEC. (s. f.). *Objetivos / Políticas* [Informativo]. Instituto Nacional de Estadística y Censos. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/objetivos-politicas/

INEN. (s. f.). *Servicio Ecuatoriano de Normalización* [Informativo]. Servicio Ecuatoriano de Normalización. https://www.gob.ec/inen

MAATE. (2018). *TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DE MEDIO AMBIENTE* [Informativo]. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf

Martínez de Azagra, A., Mongil, J., & Del Río, J. (2003). *Pequeña guía de uso del modelo*

MODIPÉ. 25-28.

Sánchez, J. (s. f.). *Calculo de la precipitación neta mediante el método del S.C.S.* https://hidrologia.usal.es/practicas/Pneta_SCS/Pneta_SCS_fundam.pdf

Zambrano, J. D., Delgado, A. G., & Peñaherrera Villafuerte, S. L. (2022). Contaminantes biológicos presentes en fuentes de agua del centro-sur de la provincia de Manabí, Ecuador. *Siembra*, *9*(2), e4011. https://doi.org/10.29166/siembra.v9i2.4011

Vinelli, C. (2016). *ESTRATEGIA NACIONAL DE CALIDAD DEL AGUA*. 97.

ANEXO 1: MARCO TEÓRICO

El agua es un recurso indispensable que depende en gran medida del manejo sostenible de los ecosistemas naturales (Chica & Chimborazo, 2020; Silvestre, 2021). Según Herrera (2011), el planeta está conformado de 70% agua y de este porcentaje el 97,5% pertenece a los océanos y solo el 2,5% es agua dulce; las estadísticas reflejan que de esta cifra el 68,9 se encuentra congelada, mientras que el 30,8% está almacenada en aguas subterráneas y el 0,3% es agua superficial de lagos, lagunas, ríos y humedales disponible para el consumo humano y el sustento de los hábitats naturales.

Es incuestionable que el recurso agua ha sufrido un deterioro en su calidad debido a su uso como receptor de los vertimientos generados por los pobladores, industrias, actividades agropecuarias y escorrentías. Otros contaminantes que se suman a la problemática del recurso son de origen bacteriano, viral, fúngicos, parasitarios y químicos, las cuales evolucionan como enfermedades bacterianas y virales. Todos estos factores afectan al agua lo cual hace que no sea apta para el consumo humano (Zambrano et al., 2022).

El índice de calidad de agua según Baque et al. (2016), determina si el agua es apta o no para el consumo humano por medio de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. De ahí la importancia que conlleva la información sobre las captaciones de aguas superficiales ya que estas aseguran el suministro del recurso hídrico a la población.

Por tanto, se ha considerado ciertos conceptos que se vinculan a la investigación como es: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente definida como aquella

normativa que establece políticas básicas ambientales en el Ecuador reconociendo que el principio fundamental debe trascender las políticas como un compromiso en la sociedad para promover el desarrollo hacia la sustentabilidad (MAATE, 2018). Otro concepto indispensable es Límite Máximo Permisible, la cual permite medir la concentración de sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos (SENACE, 2009).

Así como el concepto del Número más probable, que permite desarrollar la técnica de dilución en un tubo por medio de una estimación estadística de la densidad microbiana presente y en la cual los límites de confianza bajo o alto son valores que no se suman ni restan al resultado, solamente son un dato de Calidad (Agrolab, 2012).

Finalmente se identifican términos básicos indispensables para el trabajo como son: zona de recarga que se define como las zonas más complicadas porque el agua se infiltra y se perfora para tomar muestras de suelo y subsuelo en condiciones específicas (Peñuela & Carrillo, 2013). Así como la definición de captación que es el proceso de obtención de agua de la fuente natural. (HIDROAQUA, 2022). Por último, Textura del suelo que es la muestra del contenido de partículas de arcilla, lino y arena que se encuentra en el suelo mediante propiedades como la porosidad, densidad aparente, almacenamiento y movimiento de fluidos (Alvarado & Apolo, 2019).