



**Ciencia Latina**  
Internacional

---

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2024,  
Volumen 8, Número 1.

**DOI de la Revista:** [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i1](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1)

## **CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE RECARGA DE LA CAPTACIÓN DE AGUA DEL RÍO PUYO**

**CHARACTERIZATION OF THE RECHARGE AREA OF  
THE WATER COLLECTION OF THE PUYO RIVER**

**Jhoel Hernán Uvidia Armijo**

Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

**Katherine Esthefania Aldas Montero**

Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

**Diego Rodolfo Granda Paucar**

Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

**Luis Alberto Uvidia Armijo**

Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i1.10106](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10106)

## Caracterización de la Zona de Recarga de la Captación de Agua del Río Puyo

**Jhoel Hernán Uvidia Armijo<sup>1</sup>**

[jh.uvidiia@uea.edu.ec](mailto:jh.uvidiia@uea.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0003-3519-6472>

Universidad Estatal Amazónica  
Puyo, Ecuador

**Katherine Esthefania Aldas Montero**

[sofiaestefani01@gmail.com](mailto:sofiaestefani01@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0004-4233-4452>

Universidad Estatal Amazónica  
Puyo, Ecuador

**Diego Rodolfo Granda Paucar**

[rodolfogd@outlook.com](mailto:rodolfogd@outlook.com)

<https://orcid.org/0009-0002-3117-9501>

Universidad Estatal Amazónica  
Puyo, Ecuador

**Luis Alberto Uvidia Armijo**

[la.uvidiia@uea.edu.ec](mailto:la.uvidiia@uea.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-1967-2494>

Universidad Estatal Amazónica  
Puyo, Ecuador

### RESUMEN

El agua de lluvia, otras precipitaciones y la escorrentía superficial pueden reabastecer los acuíferos subterráneos en las zonas de recarga hídrica, la problemática radica cuando estas zonas de recarga presentan un ecosistema que no cumple con las condiciones mínimas de para que sean procesadas para consumo humano. El objetivo principal fue analizar la caracterización de la zona de recarga de la captación de agua del río Puyo. Mediante una metodología mixta, se realizó muestreos de agua y suelo para analizar las propiedades fisicoquímicas, así, utilizando pruebas de infiltración y compactación, se determinaron las características de la cuenca hidrográfica en estudio con ayuda de los programas Excel y Arcmap. Los resultados ms relevantes de esta investigación fueron que la cuenca tenía extensión de 4.6 km, su densidad de corriente obtuvo un valor de 25.11 km/km<sup>2</sup> y el tiempo de concentración fue de 71 min; en la infiltración la velocidad máxima fue de 1cm/minuto en el tiempo de 20 minutos, el tipo de suelo encontrado fue Franco arcilloso arenoso y el caudal del punto de río de la toma de muestra fue de 0.370m<sup>3</sup>/s, las coliformes totales en promedio (4075 NMP) superaron los LMP; la infiltración acumulada fue de 47mm, la velocidad de infiltración promedio fue de 0.32cm/min, el carbono orgánico fue de 5.04% y la MO de 8.68%. En conclusión, la caracterización de la zona de recarga de la captación de agua del río Puyo logró determinar que los parámetros de pH y Turbidez estuvieron dentro de los LMP, mientras que la DBO lo superó por décimas, no obstante, los promedios de análisis de coliformes superaron doblemente los LMP, considerándolo un agua contaminada por actividades antropogénicas.

**Palabras clave:** caudal, calidad de agua, infiltración, río

---

<sup>1</sup> Autor principal.

Correspondencia: [@uea.edu.ec](mailto:@uea.edu.ec)

## Characterization of the Recharge Area of the Water Collection of the Puyo River

### ABSTRACT

Rainwater, other precipitation, and surface runoff can replenish groundwater aquifers in water recharge zones. The main objective was to analyze the characterization of the recharge zone of the Puyo river water intake. A qualitative-quantitative (mixed) methodology was used, water and soil sampling was carried out to analyze the physicochemical properties, likewise using infiltration and compaction tests, the characteristics of the hydrographic basin under study were determined with the help of Excel and Arcmap programs. The most relevant results of this investigation were that the basin had an extension of 4.6 km, its current density obtained a value of 25.11 km/km<sup>2</sup> and the concentration time was 71 min; In the infiltration the maximum speed was 1cm/minute in the time of 20 minutes, the type of soil found was sandy clayey loam and the flow of the river point of the sampling was 0.370m<sup>3</sup>/s, the total coliforms in average (4075 MPN) exceeded the LMP; the accumulated infiltration was 47mm, the average infiltration speed was 0.32cm/min, while the organic carbon was 5.04% and the MO was 8.68%. In conclusion, the characterization of the recharge zone of the Puyo river water intake was able to determine that the pH and Turbidity parameters were within the LMP, while the BOD exceeded it by tenths, however, the analysis averages of coliforms doubled the LMP, considering it a water contaminated by anthropogenic activities.

**Keywords:** flow, water quality, infiltration, river

*Artículo recibido 05 enero 2024*

*Aceptado para publicación: 10 febrero 2024*



## INTRODUCCIÓN

Las instalaciones de captación de agua para consumo humano a nivel global, van mejorando cada día debido a que las fuentes de este recurso se están agotando. La importancia de las instituciones por generar la sostenibilidad de los recursos naturales conduce a que las tecnologías utilizadas sean cada vez más especializadas. Para determinar un punto de captación de agua, debe identificarse la ubicación de una zona

de recarga hídrica y en base a ella el caudal que se puede aprovechar sin influir negativamente en la conservación ambiental. En el estudio de recursos hídricos, se conoce como una zona de recarga hídrica a aquella zona que por sus condiciones climáticas, geológicas y topográficas permite que el agua de lluvia se infiltre en el suelo y recargue los acuíferos que se encuentran por debajo de la cuenca, creando una zona de reserva y generación de agua (Peñuela & Carrillo, 2013).

La capacidad de recarga hídrica se considera un factor determinante en el cumplimiento del ciclo hidrológico que presente una subcuenca, y su posterior identificación permitirá evaluar el estado en el cual se encuentra, el estado que podría llegar a tener y de qué manera se lo puede utilizar para el consumo humano mediante una captación (Lara, Cushquicullma, Espinoza, Guaiña, & Ati, 2021).

En función de las condiciones climatológicas que se presenten en una zona de recarga hídrica, podrá determinarse la capacidad de infiltración que tenga un suelo y cuando llegue a su relleno se generará escorrentía superficial que es el agua aprovechable por la mayoría de pueblos. La infiltración es el proceso por el cual el agua que cae de la lluvia se transfiere desde la superficie hacia el interior de la tierra, recargando acuíferos y formando fuentes de agua subterránea (Bateman, 2007). En función de las condiciones geológicas del terreno, el agua que se precipita podrá permanecer en la capa superficial del suelo como humedad, escurrirse como un flujo subsuperficial y aflorar con la distancia a una vertiente, o simplemente recargar un acuífero y mantener en reposo hasta que el acuífero se colme y salga a la superficie (Alvarado & Barahona, 2017). Cuando se genera escorrentía superficial, formando pequeños ríos o riachuelos, es la oportunidad de una población de evaluar la posibilidad de establecer una captación de agua para conducir el recurso hasta cada uno de sus domicilios.

En Ecuador, cuando un municipio es pequeño, no suelen asignarse los recursos suficientes para que puedan efectuarse estudios de identificación y evaluación de zonas de interés, en este caso para

captaciones de agua. Al no contar con el recurso económico suficientes, los pequeños pueblos suelen tomar captaciones directas de ríos cercanos a sus poblaciones, esto genera una administración deficiente del recurso, así como su calidad, pues solo se consideraría agua entubada, misma que no está desinfectada ni cumple con estándares de calidad mínimos (Figueredo, 2019). La captación de agua consiste en un proceso por el cual el agua de una vertiente, un techo o simplemente de un lago es recogida y almacenada para posteriormente ser usada (Canal Educa, 2015).

Los sistemas de captación pueden ubicarse en sistema pluviales los cuales son usualmente conocidos como aguas de lluvia, en arroyos o ríos, y en lagos o embalses (Pérez, 2011).

Si se habla de captación del recurso hídrico por temas de escasez de este en algunas zonas, se deben tomar en cuenta varios factores para poder represarla de ser necesario, entre estos factores se encuentra: definir el motivo por el cual el agua está siendo recolectada, eso puede ser consumo humano, agricultura, ganadería o actividades recreativas; evaluar la pendiente en la cual se encuentra el terreno que servirá como base para el establecimiento del embalse, debido a que debe analizarse si no existe peligros de desborde o inundación; definir las características del suelo, dentro de ellas la combinación de los materiales que lo forman, y su capacidad para detener líquidos; el costo de construcción, tomando en cuenta a que distancia se encuentra de la urbanización más cercana, en función de ellos se podrá determinar su costo de operación; la cantidad, intensidad y distribución de las lluvias durante cada estación del año, esto deberá ser sostenible tanto en invierno como en verano y; los factores sociales, entre ellos la tenencia del suelo y las prácticas antiguas y actuales en las que se encuentra el sitio (Bocek, 2023).

El tamaño de instalación de un embalse o sistema de captación dependerá de la cantidad de personas para las cuales se necesite el recurso y en función de ellos establecer un sistema de purificación de agua que asegure su calidad. La capacidad de distribución del agua dependerá también del caudal que presente la fuente de agua que se encuentre siendo captada, en base a ello, es posible establecer una estructura correctamente formada. El caudal de un río es la forma en la cual se expresa el volumen que corre él en función del tiempo. Si se habla de calidad, en función de la OMS y otros organismos internacionales, esta se define como el conjunto de características físicas, químicas y biológicas que reúne el agua en su estado natural o en una planta que asegura la calidad de vida y salud de una población

(Baeza, 2016).

Por lo antes mencionado se distingue la siguiente problemática: las zonas de recarga hídrica son un espacio acuático imprescindible para las comunidades, sin embargo en muchos lugares las poblaciones aledañas no son conscientes de su gran importancia y contaminan los alrededores de estos lugares con agentes fisicoquímicos y/o biológicos, haciendo que el agua que se recauda para consumo humano sea de mala calidad, o no sea utilizable. Así mismo, los diferentes factores que interactúan en los ecosistemas aledaños a las zonas de recarga hídrica deben tener una estabilidad ambiental, de acuerdo a las normativas ecuatorianas vigentes.

En el presente documento, se presenta la evaluación del sistema de captación de agua para consumo humano ubicada en el río Puyo, en la cual se ha definido la cuenca hidrográfica dentro de la que se aplicó pruebas de infiltración del terreno para conocer la capacidad de recarga hídrica que presenta la zona y, finalmente, se ha determinado la calidad del agua que se capta y llega a los domicilios de la población a la cual está dirigida, determinado si este líquido asegurar su bienestar social y la soberanía, alimentaria; es por ello que el objetivo principal de la investigación fue realizar la caracterización de la zona de recarga de la captación de agua del río Puyo

## **METODOLOGÍA**

El presente trabajo se resume en una investigación de tipos aplicada y descriptiva. Aplicada, porque basa sus nuevos descubrimientos en investigaciones fundamentadas con conocimientos anteriores y busca mejorar dichos estudios para una evolución constante en los medios de información acerca del tema planteado, siendo este la caracterización de una captación hídrica. Por otra parte, es descriptiva, ya que agrupa un conjunto de fenómenos que son explicados sistemáticamente para comprender un comportamiento en específico, enfocado en las pruebas de infiltración que se complementa con su clasificación experimental, ya que se ha establecido un ambiente controlado para establecer dicha prueba dentro de la cuenca evaluada.

### **Método de investigación**

El proyecto ha manejado una investigación mixta experimental, a través del desarrollo de pruebas de infiltración y muestreos de calidad de agua.



### **Procesamiento de datos**

Los datos de georreferenciación y delimitación de la cuenca han sido gestionados a través de la herramienta digital ArcMap 10.5, a través de la cual se han establecido mapas de ubicación tomando en cuenta características topográficas y otras. Por su parte, para el cálculo de valores de la prueba de infiltración aplicada, se ha utilizado Microsoft Excel (Microsoft Corporation; USA), a través de esta herramienta se han establecido las gráficas de la velocidad con la cual se ha infiltrado el agua.

### **Toma de muestras y proceso de prueba de infiltrómetro**

En el sitio seleccionado para el desarrollo de la prueba se limpió la superficie del suelo a ras, se realizó una calicata de 1m x 1m x 0,5m para luego el espesor de la capa de humus y en 5 puntos alrededor se determinó el espesor de la hojarasca. Se tomó dos muestras de suelo con el cilindro metálico, una se llevó a refrigeración y otra se colocó a secar a la sombra. Se instalaron los cilindros exterior e interior introduciéndoles una profundidad de 5 cm en el suelo sin cambiar las características del mismo así mismo se realizó un aporque alrededor del cilindro exterior y se llenó de agua el espacio entre el cilindro exterior e interior, posteriormente con una regla vertical en el interior para tomar las medias de la altura del agua a los 0,1,2,3,4,5,10,15,20,30,40 45, 50, 60, 75, 90, 120 y 140 min.

Con las muestras colocadas en refrigeración se estimó el contenido de humedad y densidad aparente en el laboratorio, con las muestras secas se determinó textura, y contenido de carbono, para con ello determinar el tipo de suelo y la condición hidrológica del mismo, determinar el número de curva para condición 2.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Determinación de las características de la cuenca**

Resumir e indicar de acuerdo al área como se consideraría la zona de recarga. En la tabla 1 se presentan los resultados de los cálculos de la cuenca hidrográfica en estudio.

**Tabla 1.** Datos de la cuenca del Río Puyo

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Área de la cuenca	8.81 km <sup>2</sup>
Perímetro (P)	16.91 km
Longitud de la cuenca (Lc)	4.69 km
Distancia lineal (S)	3494 m
Altura mayor	1375 msnm
Altura menor	1200 msnm
Diferencia de altura	175 m
Pendiente	0,05 – 0.5%

Fuente: Elaboración propia.

Mediante la utilización de fórmulas y con los datos obtenidos en la tabla anterior, se realizó el cálculo de la densidad de drenaje, densidad de corrientes, coeficiente de compacidad y la relación de elongación, los cálculos se presentan en la tabla 2.

**Tabla 2.** Parámetros de la cuenca del río Puyo.

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>
Densidad de drenaje	2.0
Densidad de corriente	25.1
Coeficiente de compacidad	1,6
Relación de elongación	0,7
Tiempo de concentración	71min

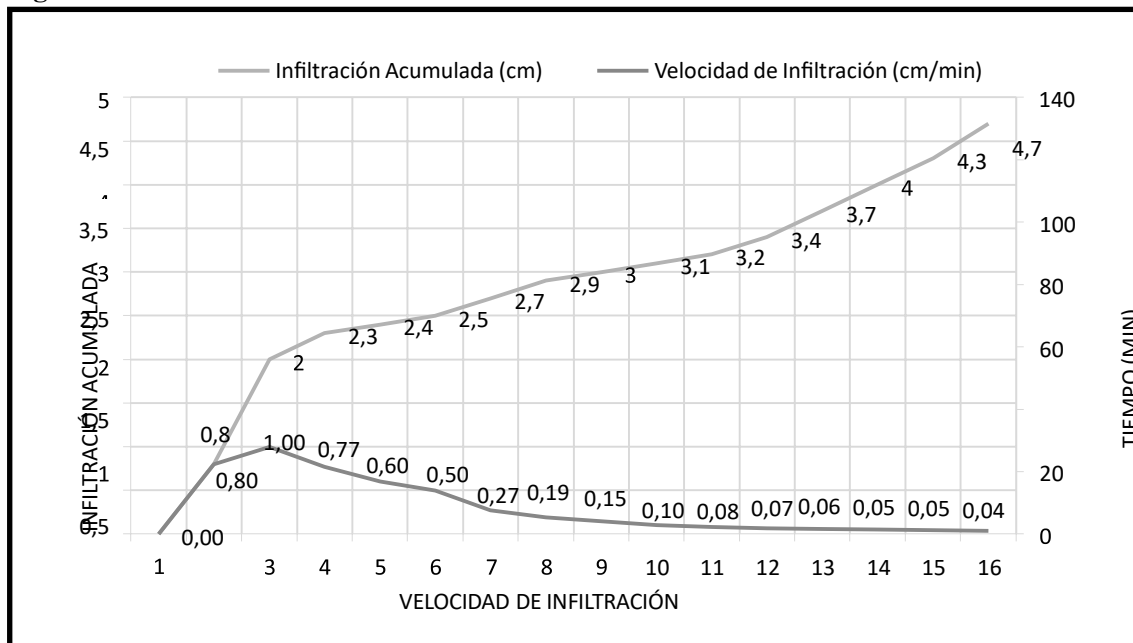
Fuente: Elaboración propia.

### **Infiltración**

En la figura 2 se muestra la infiltración acumulada y la velocidad de infiltración del punto de muestreo. Se pone en evidencia que la infiltración acumulada luego de dos horas de espera fue 4.7cm, mientras que la velocidad de infiltración alcanzó su pico máximo a los 20 minutos, con un valor de 1cm/minutos, luego de ellos, disminuye paulatinamente hasta alcanzar una velocidad final a los 120 minutos de 0.04cm/min.



**Figura 2.** Prueba de infiltración.



Fuente: Katherine Aldas, Diego Granda

Estos resultados pueden ser comparados por los presentados por Revelo y Villacís (2019) en su estudio de caracterización de la zona de recarga hídrica en la comunidad Cotococha, en el cual se obtuvieron velocidades de infiltración de 1.058cm/h y 0.055cm/h en parcelas con cubierta de vegetación arbórea y pasto respectivamente (Revelo & Villacís, 2019). Así mismo estos resultados son similares a los obtenidos por Giler y Vargas (2019), cuyo estudio en el río Apangora mostró valores de velocidad de infiltración de 20.5 mm/h en su punto máximo, mientras que su valor mínimo fue de 0.5mm/h.

### Datos del suelo

Según las muestras de suelo acopiadas y los análisis de laboratorio realizados a las mismas, se obtuvo un porcentaje de limo de 23%, arena 57%, arcilla 20%, de la misma manera el porcentaje de materia orgánica obtenido fue de 8.68% y el de carbono fue de 5.04%, mientras que la densidad aparente obtuvo un valor de 0.276g/cm<sup>3</sup>.

Con los datos de la textura, se pudo determinar el tipo de suelo del cual se obtuvo la muestra, esto se realizó por medio del triángulo de texturas, se pudo evidenciar el tipo de suelo obtenido: FRANCO ARCILLOSO ARENOSO. Este tipo de suelo es similar a la investigación realizada por (Illanes & Paucar, 2019) en las riberas del río Plata de la ciudad del Puyo, donde en 8 de los 16 puntos tomados,

el suelo fue Franco Arcillo arenoso.

Según el modelo de Horton, después de haber obtenido los valores de  $F_c=8.22\text{mm/h}$  y  $F_o=37\text{mm/h}$ , el tipo de suelo corresponde al grupo A, es decir, suelo con potencial de escorrentía mínimo por su gran permeabilidad y elevada capacidad de infiltración, este incluye arenas profundas con poco limo y arcilla.

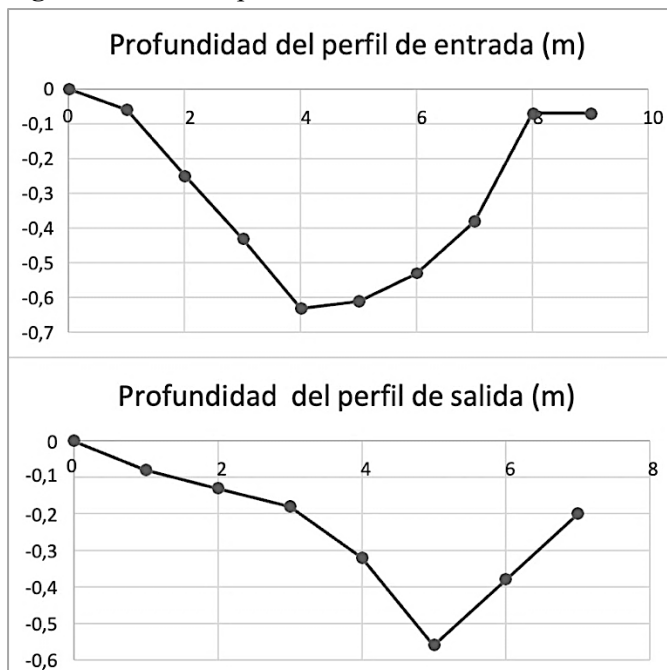
Mediante el penetrómetro dinámico se pudo determinar que el suelo era moderadamente compacto, este dato junto al espesor del humus (2.5 cm) y el espesor de la hojarasca (0.4in), permitieron ubicar en el monograma para la determinación de las condiciones hidrológicas, la categoría de condición hidrológica regular (HC=III), junto a ello y con el tipo de vegetación, bosque de ribera y el tipo de suelo categoría A, dio como resultado un número de curva  $N_c=36$ .

### Estimación de caudal y caudal de crecida

Con los datos de medición de las alturas del río se obtuvo el perfil del río, el mismo que se utilizó para determinar la velocidad del cauce y el caudal del mismo; así mismo se determinó el caudal de crecida.

En la figura 3 se muestra el perfil del río modelado, cuya área de entrada fue de  $3.86\text{m}^2$  y el perímetro de  $9.85\text{m}$ ; mientras que el área de salida fue de  $1.48\text{m}^2$  con un perímetro de  $8.54\text{m}$ .

**Figura 3.** Datos de profundidad del río.



Fuente: Katherine Aldas, Diego Granda

Con los datos recolectados anteriormente se realizaron los cálculos pertinentes para obtener la

pendiente, coeficiente De rugosidad, radio hidráulico, velocidad y caudal, tal como se muestra en la tabla

**Tabla 3.** Parámetros del río

Parámetros del río		
Pendiente	S	0.04
Coeficiente de rugosidad	n	0.09
Radio hidráulico	Rh	0.29
Velocidad (m/s)	V	0.25
Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Q	0.370

Fuente: Elaboración propia.

El caudal determinado para una crecida del río fue de 6.67 m<sup>3</sup>/s, lo que significa un incremento muy significativo en su caudal, volviendo el agua de cauce turbulenta y con una velocidad mucho más elevada que en su estado normal; la velocidad calculada fue 0.47m/s.

#### **Análisis de calidad del agua de la captación del río Puyo.**

Luego de tomar las muestras de agua del río, y realizar los ensayos de laboratorio, se pudieron obtener los resultados mostrados en la tabla 5, donde se realizó un promedio de ellos para poder estimar un parámetro base.

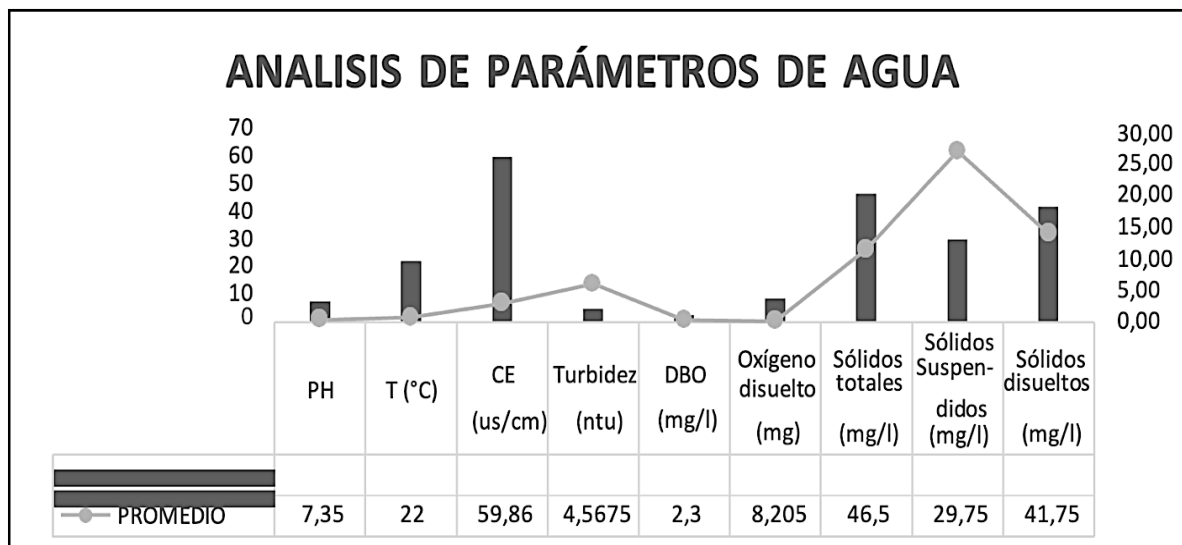
**Tabla 4.** Medición de parámetros fisicoquímicos.

Parametro	15/06/2023	22/06/2023	29/06/2023	27/07/2023	Tulsma
PH	7,93	7,15	6,94	7,38	de 6 a 9*
T (°C)	22,8	22,3	21	21,9	-
CE (us/cm)	61,91	55,57	61,64	60,32	-
Turbidez (ntu)	0,94	13,45	2,74	1,14	100*
DBO (mg/L)	2,6	2,4	2,4	1,8	<2*
Oxígeno disuelto (mg)	7,96	8,39	8,3	8,17	-
Sólidos totales (mg/l)	34	60	51	41	-
Sólidos suspendidos (mg/L)	66	2	27	24	-
Sólidos disueltos (mg/L)	25	36	54	52	-

Fuente: límites máximos permisibles según el acuerdo ministerial 97 A reforma del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Medio Ambiente.

Como se muestra en la figura 2 el pH que se obtuvo de las aguas del río Puyo, obtuvo un valor de 7.35 en promedio, el mismo que se encuentran dentro del rango establecido por el TULSMA, cuyas escrituras establecen valores que oscilan entre un pH de 6 a 9; así mismo, la turbidez promedio fue de 4.5NTU la misma que también se encuentra dentro del límite máximo permisible establecido por el TULSMA; finalmente el parámetro de la DBO tuvo un valor promedio de 2.3 el mismo que sobre pasa ellímite máximo permisible establecido por el TULSMA por 0.3 décimas.

**Figura 4.** Análisis fisicoquímico del agua



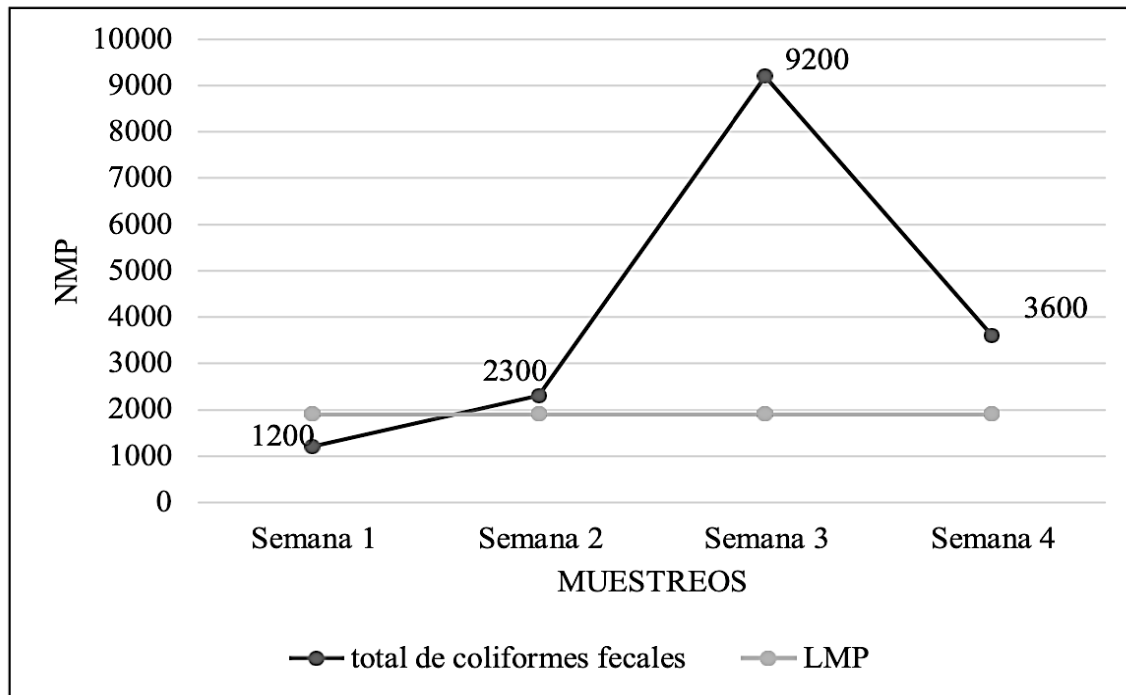
Los valores encontrados fueron inferiores a los encontrados en los análisis de calidad del río Plata, en el cual se encontró un valor de 98ml/L, el cual duplica valores obtenidos en esta investigación, así mismo con respecto a la conductividad eléctrica, el valor en el río plata fue de 102.4us/cm, de la misma manera, cerca al doble del valor hallado en la presente investigación, esto quiere decir que el agua del río Plata tiene una concentración de sales más elevada que el río Puyo, en la altura del dique de Fátima (donde se tomaron las muestras) (Illanes y Paucar, 2019). Por otra parte Abril et al. (2021) obtuvieron datos de conductividad eléctrica en el cuerpo principal del río Puyo, a la altura del dique de Fátima que sobrepasaban los 100uS/cm<sup>2</sup>, y un potencial de hidrógeno que oscilaba entre 6 y 9 en el curso principal (Abril, Armas, Chamorro, Sucoshañay, & Ríos, 2021).

#### Análisis de coliformes totales

En la figura 5 se evidencia el valor de los análisis de coliformes totales, muestra que solo en la semana 1, el valor no sobrepasó el límite máximo permisible (LMP), alcanzando un valor de 1200NMP

(número más probable) por debajo de los 1900 NMP que permite la norma, en la semana 2 y 4 también sobrepasó el LMP, sin embargo, en la semana 3, este valor cuadruplicó lo establecido por la norma, indicando un alto riesgo de que el agua del río esté contaminada por organismos que pueden causar enfermedades.

**Figura 5. Análisis de coliformes totales.**



Fuente: Katherine Aldas, Diego Granda

## CONCLUSIONES

La zona de recarga hídrica del río Puyo cerca al dique de Fátima posee un área de 8.81Km<sup>2</sup> con una longitud del cauce del río de 4,69Km, y una cobertura vegetal de bosque secundario y una pendiente del 0.5%. En función a las características hidro-edafológicas la zona de recarga hídrica del río Puyo posee en su clase textural de suelos de tipo franco arcillo arenoso, su infiltración fue moderada, en donde este tipo de suelo presenta un bajo coeficiente de compacidad y por consiguiente alta retención de agua en la zona de recarga hídrica del río Puyo. Así mismo, se pudo determinar un porcentaje de Materia Orgánica de 8.68% y 5.04% y una densidad aparente de 28%. Con respecto a los límites máximos permisibles establecidos por el TULSMAN, los parámetros medidos para la calidad del agua se encuentran dentro de los rangos establecidos, lo que indica una buena calidad del agua.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abril, R., Armas, P., Chamorro, W., Sucoshañay, D., & Ríos, A. (2021). Water quality of Puyo River and tributaries, Pastaza, Ecuador. *Tecnología, Ciencias y Agua*, 12(3), 379-417. doi:10.24850/jtyca-2021-03-10
- Alvarado, C., & Barahona, M. (2017). Comparación de tres métodos de infiltración para calcular el balance hídrico del suelo, en la Cuenca del río Suquiapa, El Salvador. *Cuadernos de Investigación UNED*, 23-33.
- Baeza, E. (2016). *Calidad del Agua*. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 1-11.
- Bateman, A. (2007). *Hidrología Básica y Aplicada*. Grupo de Investigaciones en TRasporte y Sedimentos.
- Bocek, A. (2023). Inducción a la captación de agua. *Acuicultura y aprovechamiento del agua para el desarrollo rural*, 1-11.
- Canal Educa. (2015). *La captación de agua*. 1-76.
- Figueredo, J. (2019). *Metofología para identificar zonas de recarga hídrica en municipios o comunidades con recursos financieros limitados*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.
- Giler, E., & Vargas, M. (2019). Trabajo de investigación previo al título de ingeniero. *CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE RECARGA HÍDRICA*. Obtenido de <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/505/1/T.AMB.B.UEA.3191>
- Gobierno autónomo descentralizado de Pastaza. (2020). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Pastaza. <https://puyo.gob.ec/wp-content/uploads/documentos/departamentos/planificacion/pdot/pdot-pastaza-2020-2030.pdf>
- Illanes, I., & Paucar, M. (2019). Trabajo previo al título de pergrado. *Caracterización Edafológica, Hidrológica Y Geomorfológica De La Zona De Recarga Del Río Plata, Barrio Las Palmas, Cantón Pastaza*. Obtenido de <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/513/1/T.AMB.B.UEA.3199>
- Lara, N., Cushquicullma, D., Espinoza, V., Guaiña, J., & Ati, M. (2021). Identificación de zonas potenciales de recarga y descarga de agua subterránea en la subcuenca del Río Chambo

mediante los sistemas de información geográfica y el análisis multicriterio. Polo del Conocimiento, 122-148.

PDOT. (2019). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la provincia de Pastaza al año 2025. Puyo.

Peñuela, L., & Carrillo, 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, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, 18-32.

Pérez, F. (2011.). Captación de aguas superficiales. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena.

Revelo, E., & Villacís, T. (2019). Caracterización de la zona de recarga hídrica en la comunidad Cotococha, parroquia Tarqui, Provincia de Pasatza. Obtenido de

<https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/535/1/CARACTERIZACION%20DE%20LA%20ZONA%20DE%20RECARGA%20HIDRICA%20EN%20LA%20COMUNIDAD%20COTOCOCHA.pdf>