UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA CAPTACIÓN DE LA PARROQUIA VERACRUZ, PROVINCIA DE PASTAZA, ECUADOR.

AUTOR(ES):

Denyce Kelly Grefa Grefa

Andrea Valeria Yasaca Estupiñan

DOCENTE - TUTOR:

PhD. 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.	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.	20.0 / 20	Si cumple
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.	15.0 / 15	Si cumple
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.	15.0 / 15	Si cumple

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.	25.0 / 25	Si cumple
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	100	CIEN

DICTAMEN

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

Recomendación	Marque con X
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	100

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
MARIA DEL CARMEN CASTELO NAVEDA

MARÍA DEL CARMEN CASTELO NAVEDA (PAR CIEGO)

Dado en la ciudad de PUYO, a los 12 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	Cumple con lo estipulado
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	Cumple con lo estipulado
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.	17.0 / 20	Persisten errores en la redacción
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.	13.0 / 15	Persisten errores en la redacción
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.	9.0 / 15	Existen imprecisiones en la metodología, como por ejemplo "Tipo de vegetación. Sumatoria de precipitación 5 días previos. En laboratorio se procedió a determinar su textura, cantidad de materia orgánica y carbono, densidad aparente y de raíces.."

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	Persisten errores en la redacción de los resultados
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10.0 / 10	Cumple con lo estipulado
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	Cumple con lo estipulado
VALORACIÓN TOTAL	86	OCHENTA Y SEIS

DICTAMEN

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

Recomendación	Marque con X
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	86

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
MARCOS DAVID LANDIVAR VALVERDE

MARCOS DAVID LANDIVAR VALVERDE (PAR CIEGO)

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

Ouriginal by Turnitin

Firmado electrónicamente por:
RICARDO VINICIO
ABRIL SALTOS

Document Information

Analyzed document	Caracterización de la calidad del agua de la captación de la parroquia Veracruz, provincia de Pastaza, Ecuador..doc (D173469603)
Submitted	2023-09-05 21:16:00
Submitted by	Ricardo Abril
Submitter email	rvabril@uea.edu.ec
Similarity	7%
Analysis address	rvabril.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / Diego y Katherine 18 agosto 2023.docx
Document Diego y Katherine 18 agosto 2023.docx (D172935348)
Submitted by: rvabril@uea.edu.ec
Receiver: rvabril.uea@analysis.urkund.com
3

SA

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / PreguntasDiagnósticobiofisico (1).xls
Document PreguntasDiagnósticobiofisico (1).xls (D54270734)
Submitted by: herrerapaola87@yahoo.com
Receiver: atasambay.uea@analysis.urkund.com
2

SA

TESIS FINAL_.pdf
Document TESIS FINAL_.pdf (D97443811)
3

SA

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / Proyecto Terminado DG.docx
Document Proyecto Terminado DG.docx (D40420457)
Submitted by: rvalverde@uea.edu.ec
Receiver: rvalverde.uea@analysis.urkund.com
2

W

URL: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/41850/0419216006_eng.pdf?sequence=1&isAllowed...
Fetched: 2023-09-05 21:16:00

Caracterización de la calidad del agua de la captación de la parroquia Veracruz, provincia de Pastaza, Ecuador.

Denyce Kelly Grefa Grefa

Amb2017232@uea.edu.ec

Andrea Valeria Yasaca Estupiñan

Amb2016192@uea.edu.ec

Ricardo Vinicio Abril Saltos

rv.abril@uea.edu.ec

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

Resumen

El agua indispensable para el bienestar humano y el desarrollo de la población, las zonas de captación de agua comprenden un elemento crucial para asegurar el abastecimiento, y cubrir las necesidades del recurso siendo indispensables en el desarrollo integral de las poblaciones. El presente estudio tuvo como objetivo caracterizar el agua de la zona correspondiente a la captación del recurso de la parroquia Veracruz ubicada en, el cantón Pastaza, provincia de Pastaza a través de la toma de muestras de suelo y agua en campo, ejecución de pruebas in situ y análisis en laboratorio permitiendo determinar parámetros físicos y químicos y finalmente evaluar la calidad (Uso de metodología ICA-NSF) y cumplimiento de la normativa ambiental ecuatoriana (limite máximos permisibles). Se determinó que el suelo presenta una condición estructural y compactación media, con una velocidad de infiltración que lo categoriza como suelos de los grupos A y B caracterizados por tener una buena capacidad de infiltración, profundos y buen drenaje. El agua de la captación es de buena calidad, con un porcentaje de saturación de oxigeno (mayor al 100%) satisfactorio, cumpliendo en su gran mayoría los límites máximos permisibles de los parámetros evaluados. En base a los resultados obtenidos el agua de la captación presenta una buena calidad respecto a los criterios de consumo y uso doméstico, sin embargo, hay que tener en cuenta que dentro de este estudio no se analizaron todos los parámetros establecidos en la normativa.

Palabras Clave: Agua, caracterización, toma de muestras, calidad, normativa ambiental

Abstract

The essential water for the survival of life, human well-being and the development of the population, the water catchment areas comprise a crucial element to ensure the supply, and cover the needs of the resource, being essential in the integral development of the populations. The objetive of this study was to characterize the water of the area corresponding to the catchment of the resource of the Veracruz parish located in the city of Puyo, Pastaza through the taking of soil and water samples in the field, execution of tests in situ. and laboratory analysis allowing to determine physical and chemical parameters and finally evaluate the quality (Use of ICA-NSF methodology) and compliance with Ecuadorian environmental regulations (maximum permissible limits). It was determined

that the soil presents a structural condition and medium compaction, with an infiltration speed that categorizes it as soils of groups A and B characterized by having a good infiltration capacity, deep and good drainage. The catchment water is of good quality, with a satisfactory oxygen percentage saturation (greater than 100%), mostly meeting the maximum permissible limits of the parameters evaluated. Based on the results obtained, the catchment water presents a good quality with respect to the criteria for consumption and domestic use, however, it must be taken into account that within this study not all the parameters established in the regulations were analyzed.

***Keywords**:* water, characterization, sampling, quality, environmental regulations

1. INTRODUCCIÓN

El agua recurso esencial para el desarrollo de la vida, supervivencia y bienestar de todos los seres vivos, y en especial para el ser humano, garantiza el correcto funcionamiento y desarrollo de las funciones vitales. Por lo que una buena calidad del recurso es crucial para el desarrollo de actividades del ser humano, mantener una buena higiene (prevención de enfermedades), asegurar la seguridad alimentaria, proporciona actividades recreativas y de ocio influyendo de forma proporcional a la mejora de calidad de vida de la población (Valdivieso A, 2020).

La captación de agua es un tema de suma importancia para garantizar el suministro adecuado y sostenible de este recurso vital a la población. Las captaciones de agua juegan un rol crucial dentro del desarrollo de la población permiten asegurar el abastecimiento del recurso y cubrir las necesidades básicas de consumo por ende se promueve el bienestar integral además juegan un papel importante en la industria, la agricultura, la seguridad alimentaria y otros sectores económicos. Estas infraestructuras permiten recolectar y almacenar agua, incrementando significativamente el suministro del recurso (International Center for Aquaculture and Aquatic Environments,1991) asegurando, la supervivencia, bienestar y desarrollo de la población.

El agua es un recurso esencial para la vida en el planeta, la calidad del recurso juega un papel importante y crucial para la supervivencia de los seres vivos, bienestar humano y equilibrio ecológico. Su calidad comprende el conjunto de características físicas, químicas y biológicas (estado de los organismos que habitan en ella) (Deborah, 1996) por ello, es necesario que las zonas con infraestructura destinadas para la captación, aseguren el suministro de agua deben encontrarse bajo constante caracterización, medición de parámetros físicos químicos y biológicos que serán comparados con valores estándares (establecidos en la normativa ambiental) que evalúan la calidad del recurso y en base a ello tomar decisiones sobre el uso y gestión del recurso (León, 2011).

La parroquia Veracruz se encuentra ubicada en el cantón Pastaza, provincia de Pastaza en Ecuador, su red hídrica está constituida por los ríos: Río Bobonaza, Río Sucio, Río Yanarumi, Río Putzu, Rio Taculín Grande, Rio Indillama, Río Sandalias, Estero Ayayacu,

Rio chorreras, Rio Tiuyacu" (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Veracruz GADP, (2020)

La captación de agua se ha convertido en un desafío constante debido a su crecimiento demográfico y las demandas cada vez mayores de la población, según datos presentados por el INEC (Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos) para el año 2010 la parroquia Veracruz contaba con 1758 habitantes y con una tasa de crecimiento poblacional en aumento (pasando de 0.34 % en 2001 a 3.18 % en 2010), (GADP, 2020) en la actualidad se estima un número mayor de población y con ello una mayor demanda de consumo de agua.

Teniendo en consideración que a mayor crecimiento poblacional más demanda de consumo de agua y mayor diversificación de las actividades antrópicas que contaminen el recurso es necesario velar por la calidad del recurso, teniendo en consideración que la calidad de agua es un factor crucial para el desarrollo de la población.

El objetivo de este estudio fue caracterizar el agua de la zona correspondiente la infraestructura de captación de agua de la parroquia Veracruz, cantón Pastaza mediante la toma de muestras y análisis de laboratorio (medición de parámetros físicos, químicos y biológicos) permitiéndonos evaluar la calidad del recurso destinado para el consumo y actividades humanas.

2. METODOLOGÍA

El área de estudio perteneciente a la captación de agua de la parroquia Veracruz se encuentra ubicada en la parte centro de la región Amazónica a 10 km de la cabecera cantonal (cuidad de Puyo) del cantón Pastaza a 600 msnm. Su accesibilidad es a través de la carretera interestatal E-45 vía Puyo – Macas, que une las provincias amazónicas de Sucumbíos, Napo, Pastaza, Morona Santiago y Zamora Chinchipe. La Parroquia Veracruz limita las parroquias: al norte con Diez de Agosto, al sur con Pomona y Simón Bolívar, al este con el Triunfo y Canelos y al oeste con Puyo y Tarqui. las provincias de Napo, Morona Santiago, Tungurahua, y los cantones Santa Clara y Pastaza (Figura 1).

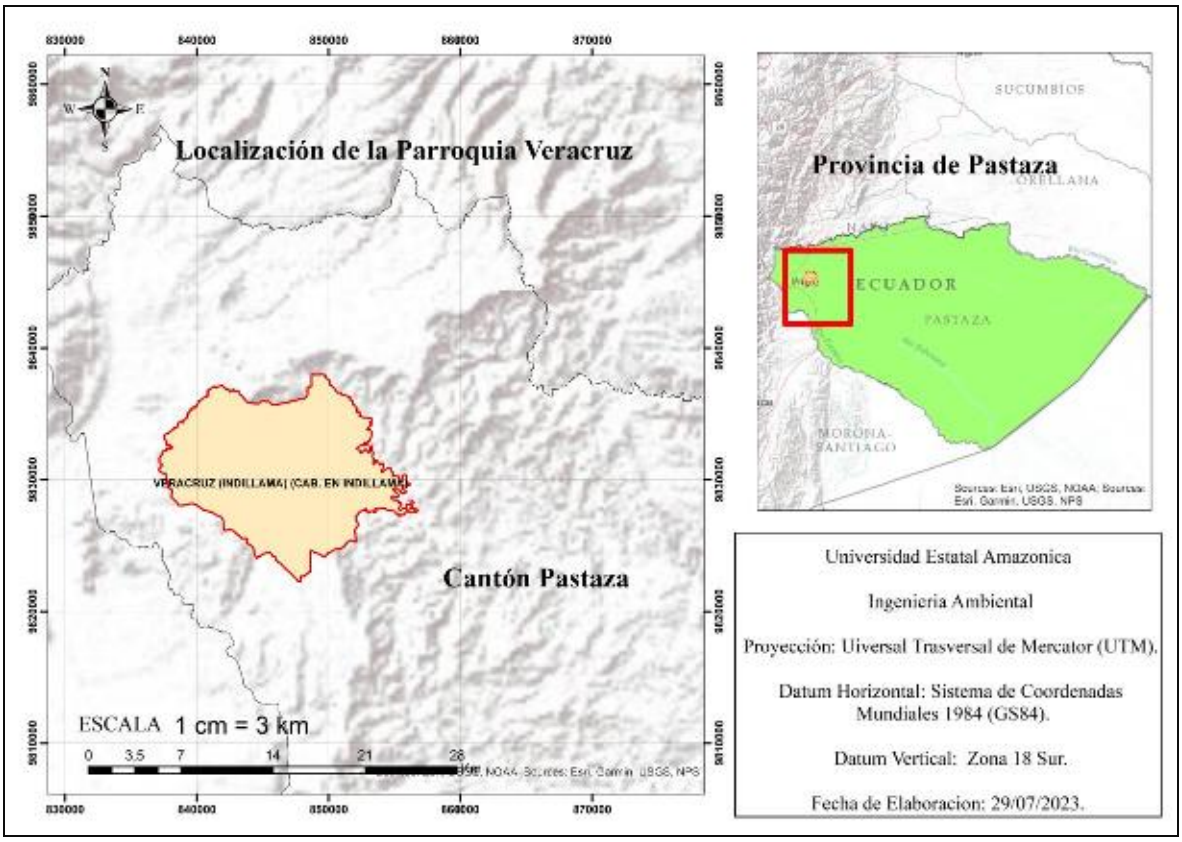


Figura 1: Localización del área de estudio.

Fuente: Tomado y Adaptado IGM (Instituto Geográfico Militar); Archivos Shapefile.

Elaborado por: Los Autores.

Para la caracterización del agua de la zona de captación se realizó la toma de muestras en campo, tanto de suelo como del agua en dos puntos de la zona de estudio para posterior análisis en laboratorio.

Para ello el presente estudio se dividió en dos etapas, la primera correspondiente a la toma de muestras en campo y la segunda correspondiente al análisis de las muestras en laboratorio y la determinación del cumplimiento de la normativa de calidad de los recursos.

Primera etapa: Centrada en la toma de muestras en campo tanto de suelo como de agua Ver figura 2.

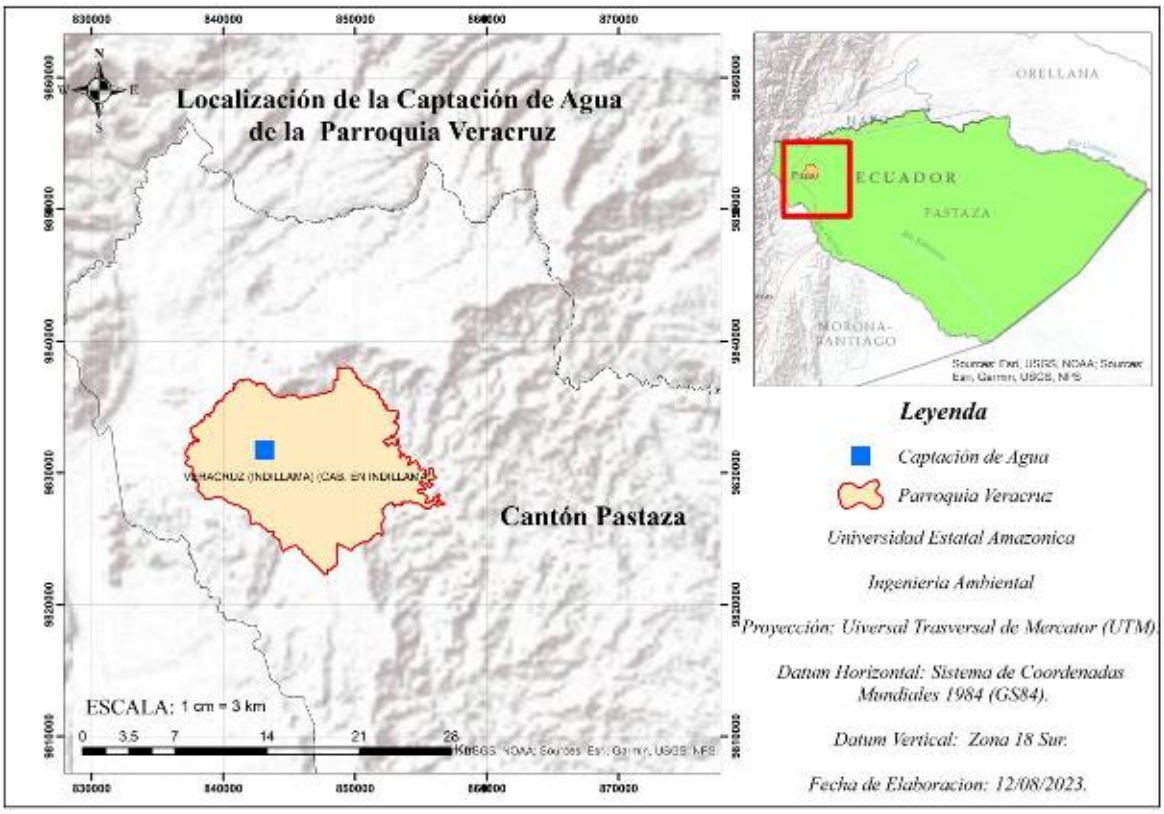


Figura 2: Localización de los puntos de muestreo.

Fuente: Tomado y Adaptado IGM (Instituto Geográfico Militar); Archivos Shapefile.

Elaborado por: Los Autores.

La delimitación de cuenca hidrográfica (figura 3) de la zona de captación de agua permite la gestión sostenible del recurso hídrico, la red hidrológica de la parroquia Veracruz está constituida por los ríos: Río Bobonaza, Río Sucio, Río Yanarumi, Río Putzu, Rio Taculín Grande, Rio Indillama, Río Sandalias, Estero Ayayacu, Rio chorreras, Rio Tiuyacu" (PDOT Veracruz 2020 - 2030) siendo estos los principales flujos de agua que alimentan la zona de captación de agua.

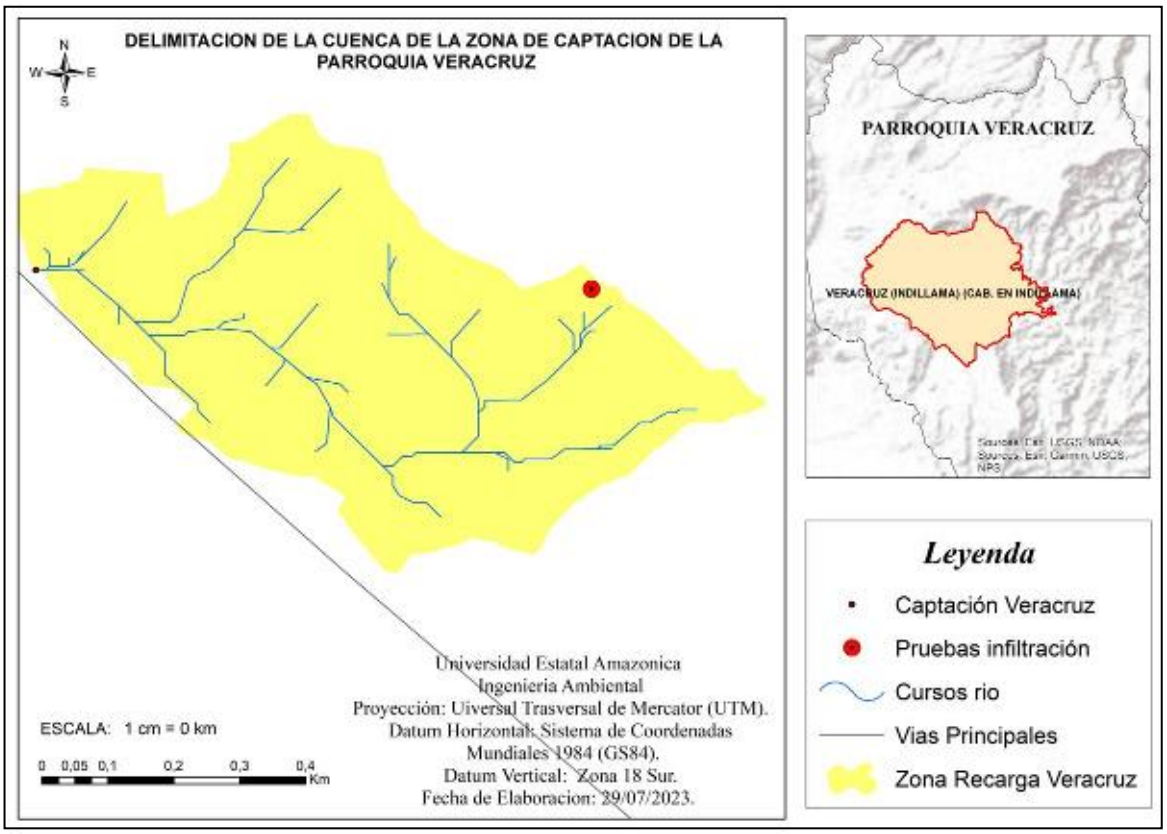


Figura 3: Delimitación de la cuenca de la zona de captación.

Elaborado por: Los Autores

Para llevara a cabo el proceso de muestreo de suelo se procedió a retirar la cobertura vegetal, limpiando a ras de suelo, se escavó una calicata de 1m x 1m x 0,5m y se procedió a medir el espesor de la capa de humus, y grosor de la capa de hojarasca en cinco puntos al azar en los alrededores de la calicata, se realizó la toma de cuatro muestras de suelo utilizando los cilindros (se verificó que la muestra ocupe todo el cilindro para posterior cortar a nivel del cilindro), dos muestras en la parte superficial y dos en la parte interior de la calicata, se sometió dos muestras (una muestra superficial y una del interior de la calicata) a un proceso de secado dentro del refrigerador y las restantes se sometieron a secado bajo la sombra.

Se colocó un cilindro en la parte superficial y otro dentro de la calicata a una profundidad de 5 cm seguida de un aporque y procedió llenar de agua, se colocó una regla de forma vertical y se tomó mediciones de la altura del agua en los siguientes minutos (0, 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 45, 60, 75, 90, 120, 150, 180), se calculó la infiltración parcial e infiltración acumulada, se determinó valores de infiltración inicial “fo” y capacidad de infiltración “fc”, en laboratorio se evaluó el contenido de humedad y densidad aparente de las muestras sometidas a refrigeración, finalmente se identificó el tipo de suelo y se estimó su condición hidrológica, y se determinó el número de curva para condición II.

Para la determinación de la condición hidrológica del suelo se tomó en consideración los siguientes parámetros:

Nivel de compactación tanto del suelo como de la hojarasca (mediante la observación directa en campo y Condiciones Estructurales del suelo y compactación (Ecuación 1).

Ecuación 1: Condiciones Estructurales.

$$Rp\ (Kpa) = \frac{M^2(g) * "h(cm) * n}{20(M+m)(g) * s(cm^2) * Z(cm)}$$

M=Peso de la pesa.
m= Peso del Penetro metro sin la masa.
h=Altura de caída de la pesa.
S= Área de la base de punta cónica.
Z= Profundidad.
n: Número de golpes del Penetrómetro.

Tipo de vegetación.

Sumatoria de precipitación 5 días previos.

En laboratorio se procedió a determinar su textura, cantidad de materia orgánica y carbono, densidad aparente y de raíces.

Para la determinación de la textura se utilizó la metodología detallada en el anexo 1(método Bouyoucus modificado del laboratorio de suelos de la UEA) y las siguientes ecuaciones:

Ecuación 2: Factor de Correcciones Mayores

$$Fact.Corr = 19{,}5°C \pm 0{,}18\ por\ cada\ 0{,}5°C$$

Ecuación 3: Lectura Corregida

$$Lect.Corr = (Lect + Fact.Corr) - (Lect. \pm Fact.Corr)$$

Ecuación 4: % de Arena

$$\%\ Arena = 100 - (Lect.Corr_{\ a\ los\ 40\ s} * \frac{100}{g\ muestra})$$

Ecuación 5: % de Arcilla

$$\%\ Arcilla = Lect.Corr_{\ a\ las\ 2h} * \frac{100}{g\ muestra}$$

Ecuación 6: % de Limo

$$\%de\ Limo = 100 - (\%Arena + \%Arcilla)$$

Una vez Obtenido los porcentajes de arena, arcilla y limo se ubica en la Figura 4.

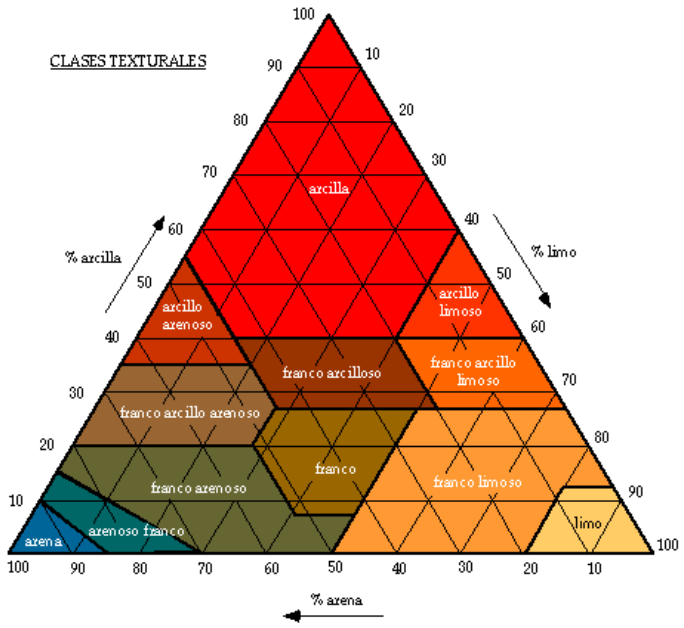


Figura 4: Clases Texturales Básicas de suelo según el tamaño de las partículas "Diagrama de Textura USDA" .

Para la determinación de cantidad de materia orgánica y de carbono se utilizó metodología de Schulte & Hopkins 1996 como se indica en el Anexo 2 y las siguientes ecuaciones:

Ecuación 7: % de Materia Orgánica.

$$\%Mo = (Peso\ 105°C * Peso\ 360°C) * 100 / Peso\ 105°C$$

Ecuación 8: % de Carbono.

$$\%Co = \%Mo * 0.58$$

Para la determinación de densidad aparente **s**e utilizó la metodología de (Blake & Hartge, 1986) para lo cual se sometió a un proceso de secado las muestras (24 h a 105°C), posterior pesaje y cálculo del volumen de la muestra mediante la determinación del volumen del cilindro utilizado para la toma de muestras.

Ecuación 9: Volumen del cilindro.

$$V = \pi r^2$$

Ecuación 10: Densidad Aparente.

$$\rho\ aparente = \frac{Peso\ de\ Suelo\ Seco * 100}{Volumen\ del\ cilindro\ cm^3}$$

Se tomó muestras superficiales con ayuda de los cilindros (verificar que la muestra quede a ras del cilindro realizando un corte), se secó la muestra de suelo, se trituro la muestra a fin de que queden expuestas las raíces, se contó el número de raíces y se midió su longitud, y se calculó la densidad de raíces mediante las siguientes ecuaciones:

Ecuación 11: Longitud de raíces (cm)

$$R = \frac{(\pi * N * A)}{2H}$$

N: Número de intercepciones.

A: Área de la superficie donde están distribuidas (cm2).

Ecuación 12: Área del cilindro.

$$A = \pi * r^2 * h$$

h: Longitud total de líneas de referencia.

Ecuación 13: Densidad de raíces (cm/cm3)

$$Lx = \frac{R}{Vol.\,muestra}$$

Con base a la norma técnica INEN2169:2013 donde establece que los envases plásticos son adecuados para la toma de muestras y análisis de parámetros físicos, químicos y biológicos, de este modo se procedió a realizar la toma de muestras en recipientes de "PP" polipropileno aproximadamente 50 ml.

Se tomaron cuatro muestras de agua, las cuales fueron colocadas en recipientes previamente esterilizados y rotulados con la información necesaria para su identificación, como se indica en la Tabla 1.

Tabla 1: *Toma de Muestras de Agua*

Muestra	Rótulo
Muestra 1	P1/M1/AY/21-06-2023
Muestra 2	P1/M2/AY/28-06-2023
Muestra 3	P2/M1/DG/05-07-2023
Muestra 4	P2/M2/DG/11-07-2023

Para el rotulado de las Muestras se tomó en consideración: Número de puntos de muestreo y de muestras, responsable y la fecha de muestreo.

Elaborado por: Autores.

Se procedió a realizar el análisis de parámetros físico y químico como se observa en la tabla 2 de las cuatro muestras tomadas en la zona correspondiente a la captación de agua de la parroquia Veracruz en diferente cronología.
Una vez en laboratorio se procedió a preparar las muestras para su respectivo análisis, se determinó los siguientes parámetros:

Tabla 2: Parámetros para los Análisis

Parámetro	***Sistema Internacional de Unidades***
• **Oxígeno disuelto**	Mg/l
• **Saturación**	%
• **Potencial de hidrogeno "pH"**	pH
• **Temperatura**	°C
• **Conductividad Eléctrica**	µS/cm
• **Demanda Bioquímica de Oxigeno**	mg/l
• **Turbidez**	NTU
• **Solidos Suspendidos**	PPm

• **Solidos Disueltos**	PPm
• **Solidos Totales.**	PPm
• **Coliformes Totales**	NMP/100ml

Elaborado por: Autores.

Una vez obtenido las mediciones correspondientes se procedió realizar la comparativa de los parámetros con la Tabla 1 del Acuerdo Ministerial 097-A (Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico - Límites máximos permisibles) para determinar el cumplimiento de la normativa ambiental correspondiente a la calidad del recurso.

Para la determinación de la calidad del agua se tomó en consideración algunos de los parámetros establecidos por la Fundación Nacional de Saneamiento de los Estados Unidos (ICA – NSF) utilizando los parámetros indicados en la tabla 3, tomando en consideración la metodología propuesta por Brown, R. et al. (1970). C

Tabla 3: Parámetros Usado en la determinación de calidad del agua de la zona de estudio.

Parámetro	Unidad
Oxígeno Disuelto	%
pH	Unidades de pH
DBO (rio)	mg/L
Temperatura	°C
Turbiedad	NTU
Solidos Disueltos Totales	mg/L

Elaborado por: Los Autores.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con base en las pruebas de infiltración, se tiene como primer resultado que la zona de recarga hídrica de la captación de agua, en el primer punto de muestreo tiene un tipo se suelo correspondiente al grupo A con una tasa de infiltración mínima “Fc” dentro del rango de 7.62-11,43 mm/h (Según el grupo hidrológico (Lopez Alonso, 2001) suelos con buena capacidad de infiltración, profundos con poco limo y arcilla y excesivo drenaje, el segundo punto de muestreo posee un tipo de suelo perteneciente al grupo B con valor de “Fc” dentro del rango 3,81-7,62 mm/h suelos con moderada infiltración, moderada profundidad y drenaje. Las características de velocidad de infiltración para la prueba superficial y profunda para el punto 1 a se muestran en las figuras 7 y 8, y para el punto 2 en las figuras 9 y 10.

Pruebas de infiltración:

Muestras en el Punto 1:

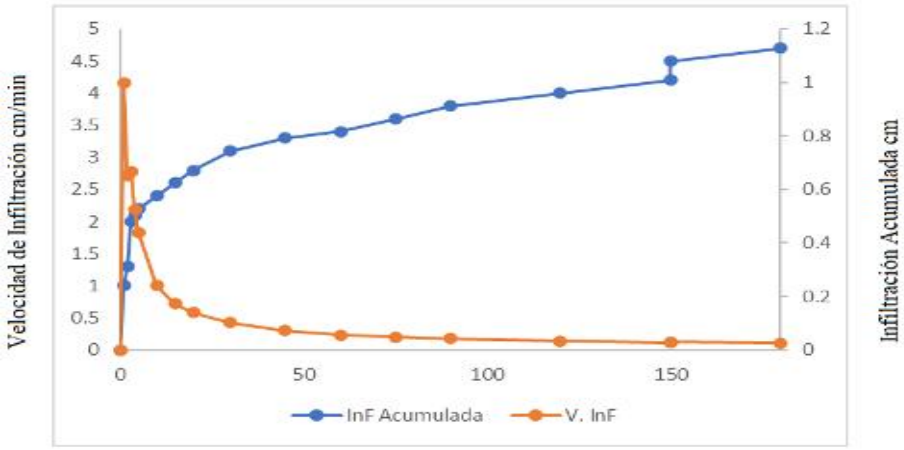


Figura 5: Muestra 1 en el Punto 1 "Superficial".

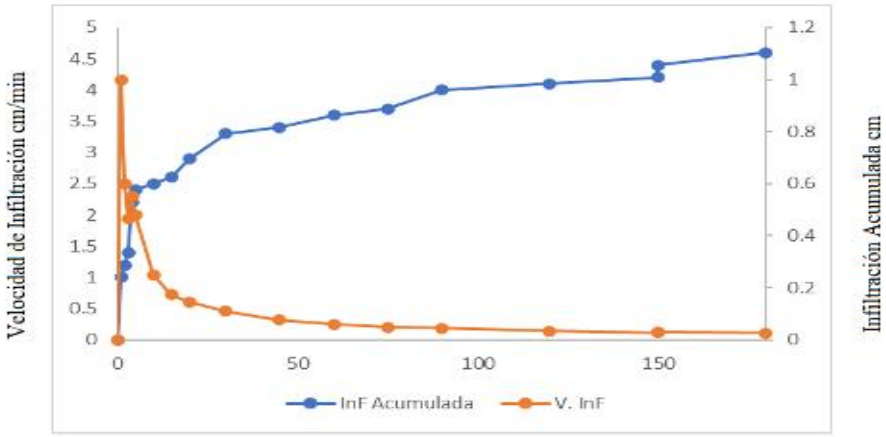


Figura 6: Muestra 2 en el Punto 1 **"**Profunda"

Pruebas de infiltración Muestras en el Punto 2:

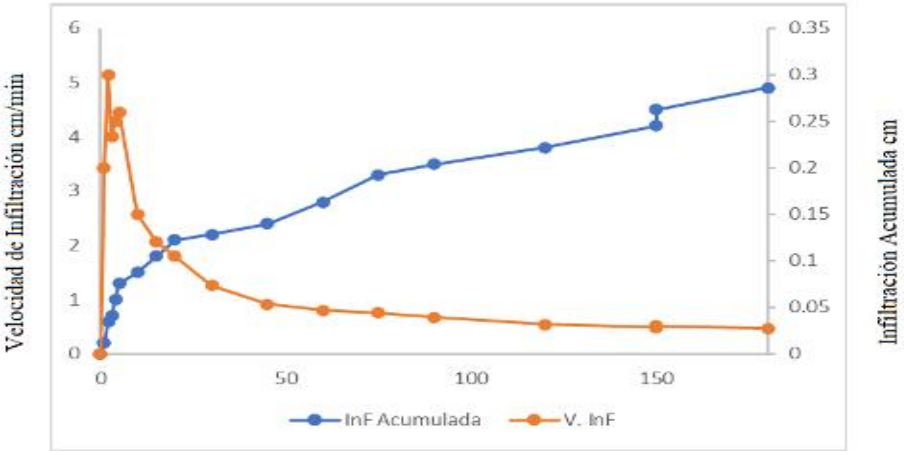


Figura 7: Muestra 1 en el Punto 2 "Superficial"

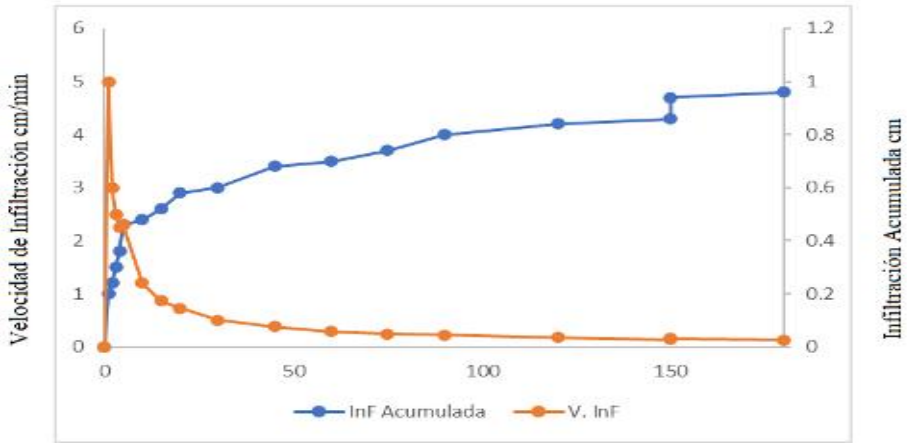


Figura 8: Muestra 2 en el Punto 2 ” profunda”

Tomando en cuenta los parámetros mencionados en la metodología y destacando que para este estudio el tipo de vegetación corresponde a Pasto y la precipitación previo 5 días a la recolección de muestras es igual a 110.7 mm “Condición III- Húmeda”, resultados presentados en la tabla 4.

Tabla 4 : Parámetros para la determinación de Condición Hidrológica del suelo.

Condensado	*Fc (mm/h)*	*Tipo de suelo*	*Alt. Humus “in”*	*Alt. Hojarasca “in”*	*N° de golpes*	*Categoría de Compactación*
M1	10,7	A	2,76	0,79	16	medio
M2	12,0	A	1,57	1,18	12	medio
M3	7,3	B	1,57	0,79	22	medio
M4	7,3	B	0,79	1,18	14	medio

Elaborado por: Autores.

Fc: Tasa de infiltración Mínima según el modelo de Horton.

Tipo de suelo según el modelo de Horton.

N° de golpes del penetrómetro

Una vez procesado los datos y teniendo en cuenta los grupos de suelo de la zona de recarga hídrica, los parámetros mencionados anteriormente en la (tabla 4) para la estimación de la condición hidrológica y con ayuda de las características y condiciones de compactación, altura de humus y hojarasca, se presenta que para el total de las cuatro muestras una condición III correspondiendo a una condición húmeda como se observa en la tabla 5.

Tabla 5: Condición Hidrológica del suelo

RMP “Mpa”	*CH*	*NC CH II*	*NC CH III*

0,259	*III*	*49*	*68,85*
0,194	*III*	*49*	*68,85*
0,356	*III*	*69*	*83,66*
0,226	*III*	*69*	*83,66*

Elaborado por: Autores.

RMP Mpa: Resistencia mecánica del suelo a la compactación.

CH: Condición Hidrológica obtenida en base al Nomograma (Anexo 6) en función de la altura de la capa de humus, hojarasca y nivel de compactación del suelo.

NC CH II: Numero de curva en condición Hidrológica II.

NC CH III: Numero de Curva en condición Hidrológica III.

La determinación de textura del suelo permite comprender de mejor manera las propiedades fisicoquímicas del suelo, que resulta muy útil dentro del estudio ya que permite conocer sus características (su capacidad de retención de agua, drenaje, fertilidad y aptitudes para diferentes usos)

En base al análisis de laboratorio y cálculo de porcentajes de limo, arcilla y arena, se obtuvo como resultado que la primera muestra de suelo corresponde a un suelo de textura franco arenosa, mientras que la segunda muestra de suelo corresponde a una textura franco tal y como se muestra en la tabla 6:

Tabla 6: Textura del suelo.

Muestra	% Arena	% Arcilla	% Limo	Textura
Blanca				
1	55	18	27	Franco – Arenosa
2	47	23	30	Franco

Elaborado por: Los Autores.

Aplicada la metodología expuesta anteriormente para la determinación de cantidad de materia orgánica y carbono se obtuvo los resultados que se muestran en la tabla 7.

Tabla 7:

Muestra	% Materia Orgánica	% Carbono
1	3,81	2,21
2	4,34	2,52

El grado de aireación que exista en los microporos del suelo, su capacidad de drenaje, la compactación y la porosidad dependen de la densidad aparente siendo esta un indicador del paso de aire y agua a través de los microporos del suelo condicionando el crecimiento de raíces y por ende de la vegetación. En nuestro caso como se observa en la tabla 8 en el punto 1 a mayor profundidad menor densidad aparente por lo tanto las especies crecientes en esta zona tendrán raíces más profundas y una mayor densidad de raíces, caso contrario ocurre en el punto 2 que a mayor profundidad mayor densidad aparente (mayor resistencia mecánica y menor porosidad del suelo) por tanto especies vegetales con sistemas

radiculares poco profundos.

Tabla 8: Calculo de la densidad Aparente y de raíces.

		Densidad Aparente (g/cm3)	Lx(cm/cm3)
Muestras Punto 1	M1	66,01	0,34
	M2	42,92	
Muestras Punto 2	M1	44,67	0,30
	M2	93,13	

Elaborado por: Autores.

Una vez en campo se realizó la toma de cuatro muestras de agua en la zona correspondiente a la captación de la parroquia Veracruz y se procedió a analizar los parámetros pertinentes y posterior determinación el cumplimiento de la normativa ambiental vigente Tabla 1 del Acuerdo Ministerial 097 A respecto a criterios de calidad de agua para consumo humano y doméstico.

Mediante el análisis de laboratorio se obtuvieron los siguientes resultados:
Los parámetros correspondiente a los sólidos en el agua se muestran en la tabla 9 (Solidos Suspendidos, Disueltos, Totales), Saturación de Oxigeno (tabla 10), conductividad eléctrica (tabla 11) y coliformes totales (tabla 12) no son tomados en consideración dentro de los parámetros establecidos (tabla 1 del AM 097 A) para estos criterios de calidad, por lo que no se analiza su cumplimiento en la normativa, sim embargo a continuación se presenta los resultados de las mediciones de estos parámetros.

Examinando la tabla 9 asociados a Sólidos Suspendidos, Sólidos Disueltos y Sólidos Totales, y complementando con el análisis de los otros parámetros, se puede notar que hay una variación en la medición de estos factores, lo cual coincide con las mediciones realizadas en los otros parámetros, especialmente en la turbidez (figura 12). Esto sugiere los días de la medición, el cuerpo de agua experimentó unas alteraciones en el flujo, lo que resulta como la variación de la presencia de sólidos en el agua debido al transporte de partículas.

Tabla 9: Medición de Solidos sedimentables en las muestras de agua

	21 jun	28 jun	5 jul	11 jul
Solidos suspendidos mg/L	11	6	38	59
Solidos disueltos mg/L	31	2	35	27
Solidos totales mg/L	28	4	34	24

Elaborado por: Autores.

En la tabla 10 se muestra los resultados respecto a la saturación de oxigeno donde para las cuatro muestras se obtuvo un porcentaje catalogado como satisfactorio, lo que indica que existe un buen porcentaje de oxígeno disuelto en el agua de la captación siendo este un buen indicador de calidad, sin embargo, en la figura se observa una ligera variación en cuanto, lo que se puede deber a la técnica de toma de la muestra.

Tabla 10: Saturación de Oxigeno.

	21 jun	28 jun	5 jul	11 jul
Saturación de oxígeno %	100,0	100,6	100,6	100,3

Elaborado por: Autores.

En la tabla 11 se muestra el resultado de la medición de la conductividad eléctrica se observa que para este parámetro a partir de la primera fecha de medición este empieza a disminuir de manera abrupta hasta la segunda medición y a partir de ahí presenta ligeras variaciones en sus medidas lo que nos indica que durante la primera medición realizado el 21 de junio existió una mayor concentración iónica en el agua (mayor presencia de minerales).

Tabla 11: Conductividad Eléctrica.

	21 jun	28 jun	5 jul	11 jul
Conductividad eléctrica µS/cm	526,4	20,42	20,97	17,8

Elaborado por: Autores.

Los coliformes totales (tabla 12) son un indicador del grado de contaminación de las aguas sin embargo como se mencionó este parámetro no se encuentra incluido dentro de los criterios para consumo y uso doméstico, no obstante, si se considera el resto de criterios de calidad de agua del AM097 A para otros usos estos se encuentran por encima de los límites permisibles.

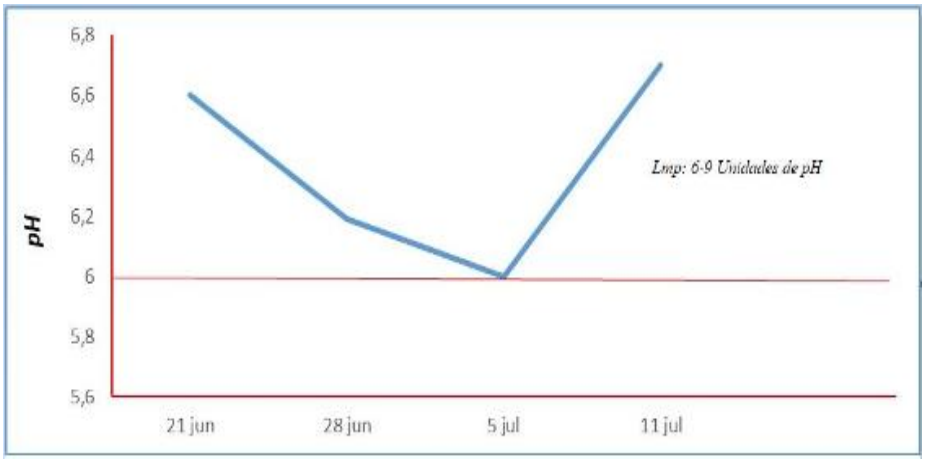
Tabla 12: Coliformes totales.

	21 jun	28 jun	5 jul	11 jul
Coliformes Totales NMP/100ml	23000	1100	1100	16100

Elaborado por: Autores.

Los parámetros correspondientes a pH, Turbidez, DBO, se encuentra contemplados dentro de los criterios de calidad de agua correspondientes al presente análisis (tabla 1 del AM 097 A) por lo que se analiza su cumplimiento en la normativa ambiental.

Para el parámetro potencial de Hidrogeno pH de las cuatro muestras tomadas todas cumplen con lo estipulado dentro de la normativa ambiental al estar dentro del rango de 6-9 unidades de pH) como se observa en la figura 11.

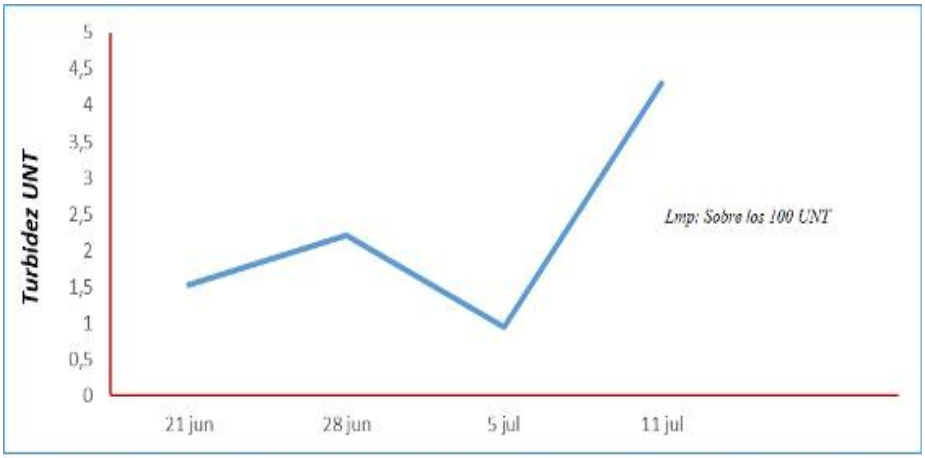


Lmp: Límite máximo Permisible.

Figura 9: Potencial de Hidrogeno.

Elaborado por: Autores.

Las mediciones del parámetro Turbidez cumple los límites máximos permisibles al encontrarse en un rango menor a 100 NTU valor asignado como límite máximo permisible para el análisis de este criterio de calidad como se indica en la figura 12.

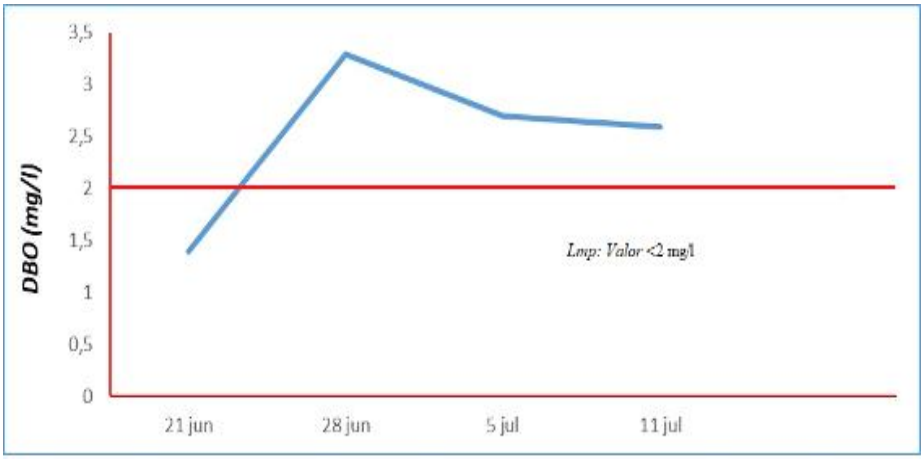


Lmp: Límite máximo permisible.

Figura 10: Turbidez UNT

Elaborado por: Autores.

Como se observa en la figura 13 resultados correspondientes a DBO, únicamente la primera medición realizada cumple con el límite máximo permisible, y las mediciones restantes se encuentras por encima de este rango establecido incumpliendo la normativa, de este modo se puede inferir que este incumplimiento en la mayoría de las mediciones corresponde a un aumento en la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, lo que se corrobora con las mediciones de saturación de oxigeno (tabla 10) en donde a partir de la primera medición existe un incremento del parámetro.



Lmp: Límite máximo permisible.

Figura 11: Medición de Demanda Bioquímica de Oxigeno.

Elaborado por: Autores.

En lo correspondiente a la determinación de la calidad de agua de la zona de captación destinada para consumo humano con base a los resultados obtenidos al realizar los cálculos de los parámetros ICA-NSF se tiene que para las cuatro muestras de agua tomadas presentan un criterio de uso de buena calidad ya que se encuentra dentro del rango de 70 -89.

Tabla 13: Determinación de calidad del agua.

Muestra	ICA NSF (%)	Calidad
Muestra 1	74,19	Buena
Muestra 2	70,25	Buena
Muestra 3	70,77	Buena
Muestra 4	71,7	Buena

Elaborado por: Autores.

Los resultados obtenidos en este estudio son comparables con los obtenidos por Abril et al. (2022), en donde se realiza la caracterización de cuatro captaciones de agua en la cuidad de puyo para determinar la incidencia del uso de suelo en las características hidro-edafológicas en las captaciones de agua, obteniendo que en las zonas de recarga hídrica presente una coberturas donde existe mezcla de pasto y arboles presente una mayor velocidad de infiltración, al igual que en la presente investigación en donde tanto la cobertura existente como las características hidro-edafológicas permiten una mayor velocidad de infiltración favoreciendo la circulación del agua de forma vertical, al igual que en lo referente a calidad del agua donde se obtuvo mediciones similares de pH de 6 a 9 (encontrados dentro del límites máximos permisibles) y saturación de oxigeno con valores por encima del 100%, al vez nuestros resultados difieren en tanto al estudio de Illanes et al., (2019) en donde caracteriza la zona de recargo del rio Plata de la cuidad de Puyo donde la zona de recarga hídrica presenta una cobertura predominante de bosque secundario presentando una alta retención de agua.

4. CONCLUSIONES

Basados en las características hídricas y edafológicas que presenta la zona donde se ubica la infraestructura de captación de agua, se observó que el suelo posee una clase textural franco arenoso y franco, implicando que también posea buena capacidad de infiltración, nivel de compactación media, lo que resulta en una baja retención de agua en su zona de recarga hídrica.

Con base en los resultados de los análisis realizados en laboratorio y comparación tanto con los límites máximos establecidos en la normativa ambiental de calidad (tabla 1 AM 097A) y con los parámetros de calidad de agua ICA-NSF, se destaca que la captación de agua posee una buena calidad de agua, lo que se corrobora con el cumplimiento de los límites máximos permisibles para los parámetros analizados pH, Turbidez y DBO así como con los índices de calidad ICA NSF con valores dentro del rango de 70 a 89 %.

REFERENCIAS

Abril, Ricardo; Giler , Esther ; Guevara , Heidi ; Morales, Jocelyne ; Castro, Jenny; Vargas, Maria; Revelo , Elcy; Villacis, Tatiana;. (2022). Caracterización de captaciones de agua en Puyo,

Pastaza. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382022000400003

American Public Health Association (APHA) (23rd ed. ed., Vol. Capítulo 2550B). (2017). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Obtenido de https://www.standardmethods.org/

American Public Health Association (APHA) (23rd ed. ed., Vol. Capítulo 2120B). (2017). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Obtenido de https://www.standardmethods.org/

American Public Health Association (APHA) (23rd ed. ed., Vol. Capítulo 2130B). (2017). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Obtenido de https://www.standardmethods.org/

American Public Health Association (APHA) (23rd ed. ed., Vol. Capítulo 2510B). (2017). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Obtenido de https://www.standardmethods.org/

American Public Health Association (APHA) (23rd ed. ed., Vols. Capítulo 4500-H+ B). (2017). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Obtenido de https://www.standardmethods.org/

American Public Health Association (APHA) (23rd ed. ed., Vols. Capítulo 4500-O G). (2017). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Obtenido de https://www.standardmethods.org/

American Public Health Association (APHA) (23rd ed. ed., Vols. Capítulos 4500-Cl B). (2017). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Obtenido de https://www.standardmethods.org/

American Water Works Association (AWWA). (2017). M22 Collection Systems. AWWA. Obtenido de https://www.awwa.org/

Brown, R. e. (1970). “A water quality index: do we dare?”, Water & Sewage Works’, A water quality index—crashing the psychological barrier. In Indicators of environmentalquality.

Deborah, C. (1996). *Water Quality Assessments - A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring - Second Edition.* London. Obtenido de https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/41850/0419216006_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Illanes , I., & Paucar , M. (2019). CARACTERIZACIÓN EDAFOLÓGICA, HIDROLÓGICA YGEOMORFOLÓGICA DE LA ZONA DE RECARGA DEL RÍO PLATA,BARRIO LAS PALMAS, CANTÓN PASTAZA. Puyo. Obtenido de https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/513/1/T.AMB.B.UEA.3199

International Center for Aquaculture and Aquatic Environments; (1991.). *ACUICULTURA Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA PARA EL DESARROLLO RURAL.* (A. Bocek, Ed.) Auburn University, Alabama. Obtenido de https://cals.arizona.edu/azaqua/AquacultureTIES/publications/Spanish%20WHAP/GT3%2

0Water%20Harvesting.pdf

León, L. D. (2011). *Evaluación de la calidad del agua del Río Cuareim (período 2006 a 2010).* Montevideo. Obtenido de https://www.gub.uy/ministerio-vivienda-ordenamiento-territorial/sites/ministerio-vivienda-ordenamiento-territorial/files/documentos/publicaciones/Informe_Rio_Cuareim.pdf

NTE INEN 2169. (2013). Obtenido de https://www.insistec.ec/images/insistec/02-cliente/07-descargas/NTE%20INEN%202169%20-%20AGUA.%20%20CALIDAD%20DEL%20AGUA.%20%20MUESTREO.%20%20MANEJO%20Y%20CONSERVACIÓN%20DE%20MUESTRAS.pdf

PDOT Vera Cruz 2020 - 2030, P. d. (s.f.). *Actualizacion del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Vera Cruz 2020 - 2030.* Obtenido de https://veracruz.gob.ec/wp-content/uploads/2021/09/PDOT_VERACRUZ_GG-OFICIAL.pdf

Organización Mundial de la Salud (Cuarta edición ed.). (2017). Directrices de la OMS para la calidad del agua. Obtenido de https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/254637/9789241549950-spa.pdf

United States Environmental Protection Agency(EPA) (3rd ed., SW-846 ed.). (1999). Test Methods for Evaluating Solid Waste, Physical/Chemical Methods. Obtenido de https://www.epa.gov/hw-sw846/sw-846-test-methods-evaluation-solid-waste-physicalchemical-methods

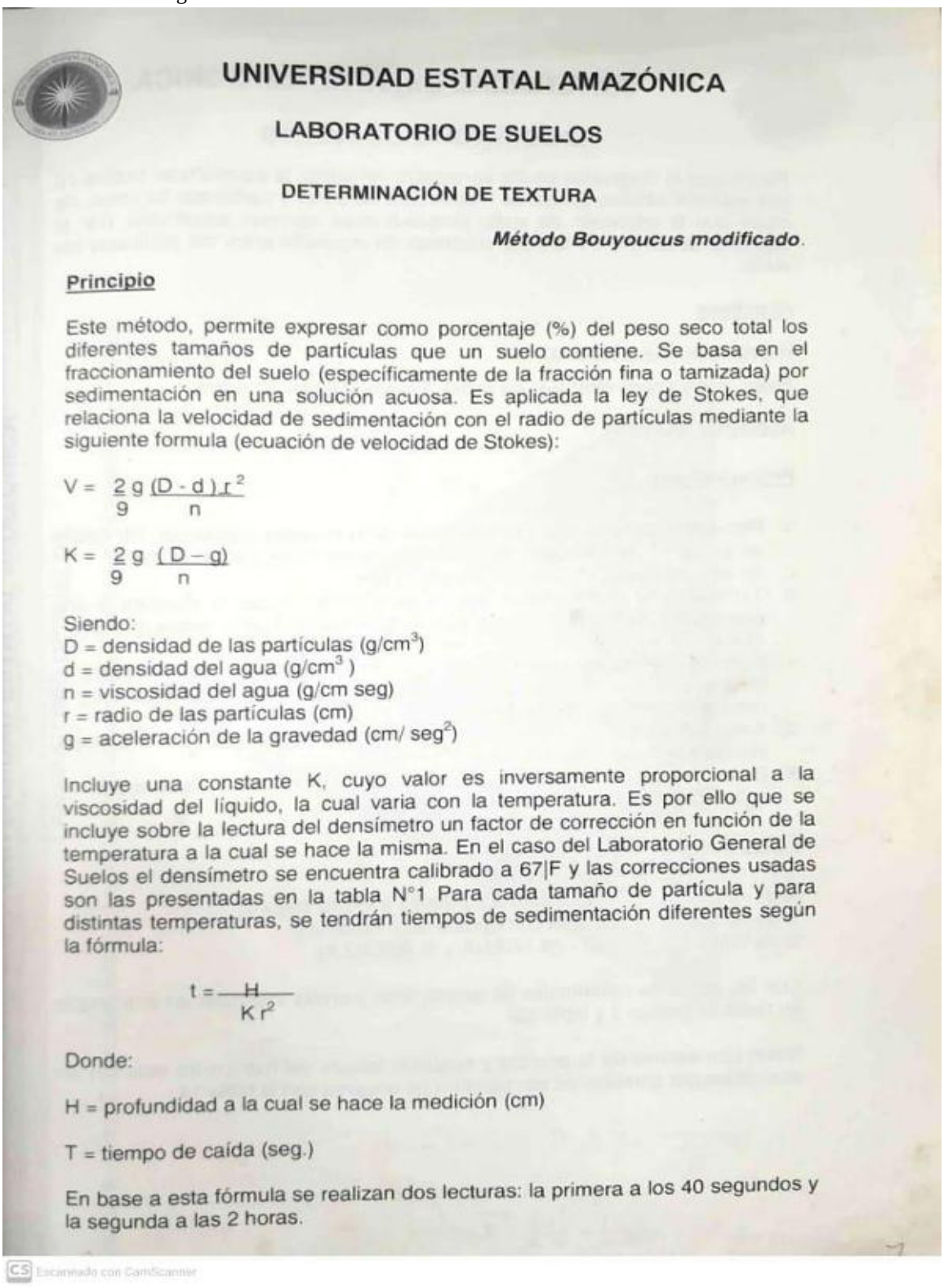
United States Environmental Protection Agency (EPA) (3rd ed., SW-846 ed., Vols. Capítulos 8000, 6000, 7000.). (1999). Test Methods for Evaluating Solid Waste, Physical/Chemical Methods. Obtenido de https://www.epa.gov/hw-sw846/sw-846-test-methods-evaluation-solid-waste-physicalchemical-methods

United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat). (s.f.). Guidelines for Water Supply and Sanitation Programmes. UN-Habitat. Obtenido de https://unhabitat.org/books/guidelines-for-water-supply-and-sanitation-programmes/

Valdivielso, A. (2020.). ¿Qué es el agua? *iAGUA.* Obtenido de https://www.iagua.es/respuestas/que-es-agua

Anexos

Anexo 1: Metodología determinación de Textura del suelo- laboratorio se suelos UEA.



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

LABORATORIO DE SUELOS

DETERMINACIÓN DE TEXTURA

Método Bouyoucus modificado.

Principio

Este método, permite expresar como porcentaje (%) del peso seco total los diferentes tamaños de partículas que un suelo contiene. Se basa en el fraccionamiento del suelo (específicamente de la fracción fina o tamizada) por sedimentación en una solución acuosa. Es aplicada la ley de Stokes, que relaciona la velocidad de sedimentación con el radio de partículas mediante la siguiente formula (ecuación de velocidad de Stokes):

$$V = \frac{2}{9} \frac{g\,(D - d)\,r^2}{n}$$

$$K = \frac{2}{9} \frac{g\,(D - g)}{n}$$

Siendo:
D = densidad de las partículas (g/cm^3)
d = densidad del agua (g/cm^3)
n = viscosidad del agua (g/cm seg)
r = radio de las partículas (cm)
g = aceleración de la gravedad (cm/seg^2)

Incluye una constante K, cuyo valor es inversamente proporcional a la viscosidad del líquido, la cual varia con la temperatura. Es por ello que se incluye sobre la lectura del densímetro un factor de corrección en función de la temperatura a la cual se hace la misma. En el caso del Laboratorio General de Suelos el densímetro se encuentra calibrado a 67|F y las correcciones usadas son las presentadas en la tabla N°1 Para cada tamaño de partícula y para distintas temperaturas, se tendrán tiempos de sedimentación diferentes según la fórmula:

$$t = \frac{H}{K r^2}$$

Donde:

H = profundidad a la cual se hace la medición (cm)

T = tiempo de caída (seg.)

En base a esta fórmula se realizan dos lecturas: la primera a los 40 segundos y la segunda a las 2 horas.

Escaneado con CamScanner

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

LABORATORIO DE SUELOS

Para lograr la dispersión de los agregados del suelo, la agitación se realiza en una solución alcalina diluida de metafosfato de sodio y carbonato de sodio, de modo que la adsorción de sodio desplace otros cationes adsorbidos, con el siguiente desarrollo de fuerzas eléctricas de repulsión entre las partículas del suelo.

Reactivos

HIDRÓXIDO DE SODIO 0.1 N

Pesar 4 gramos de hidróxido de sodio, disolver y aforar a un litro.

ALCOHOL AMÍLICO

Procedimiento

1. Pesar 50g de suelo seco provenientes de la muestra preparada. Se coloca en vasos de precipitación plásticos y se añaden 40 ml (NaOH 0.1N).
2. Se deja en reposo durante 24 horas.
3. Terminado el reposo licuar por 10 minutos, trasvasar la muestra a una probeta de 1000ml procurando que no quede en el frasco restos de suelo y aforar.
4. Además se coloca una probeta con agua en la cual se introduce el termómetro. Tomar nota de la temperatura que marca el termómetro al realizar la primera y segunda lectura.
5. Agitar 20 segundos y seguidamente colocar el densímetro en la probeta. Realizar la primera lectura a los 40 segundos.
6. Dejar reposar 2 horas y tomar la segunda lectura con densímetro sin agitación después de 40 segundos de colocado.

Cálculos

% de ARENA = 100 - (lectura corregida a los 40 seg x 2)
% de ARCILLA = Lectura corregida a las 2 horas x 2
% de LIMO = 100 - (% ARENA + % ARCILLA)

Con los datos de porcentajes de arena, limo y arcilla interpolar en el triángulo de texturas gráfico 5 y tabla 13.

Nota: Los valores de la primera y segunda lectura del hidrómetro deberán ser corregidas por cambios de temperatura de acuerdo con la tabla 14.

19.5°C + 0.18 por 0.5°C

L corregida = (LL ± factor) - (LB ± Factor)

Escaneado con CamScanner

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

LABORATORIO DE SUELOS

Tabla 13. **Límite de Partículas Primarias para las Diferentes C Texturales**

Clase textural	Límite de Partículas Primarias (%)		
	Arena	Limo	Arcilla
a	85-100	0-15	0-10
aF	70-90	0-30	0-15
Fa	43-85	0-50	0-20
F	23-52	28-50	7-27
FL	0-50	50-88	0-27
L	0-20	80-100	0-12
FAa	45-80	0-28	20-35
FA	20-45	15-53	27-40
FAL	0-20	40-73	27-40
Aa	45-65	0-20	35-55
AL	0-20	40-60	40-60
A	0-45	0-40	40-100

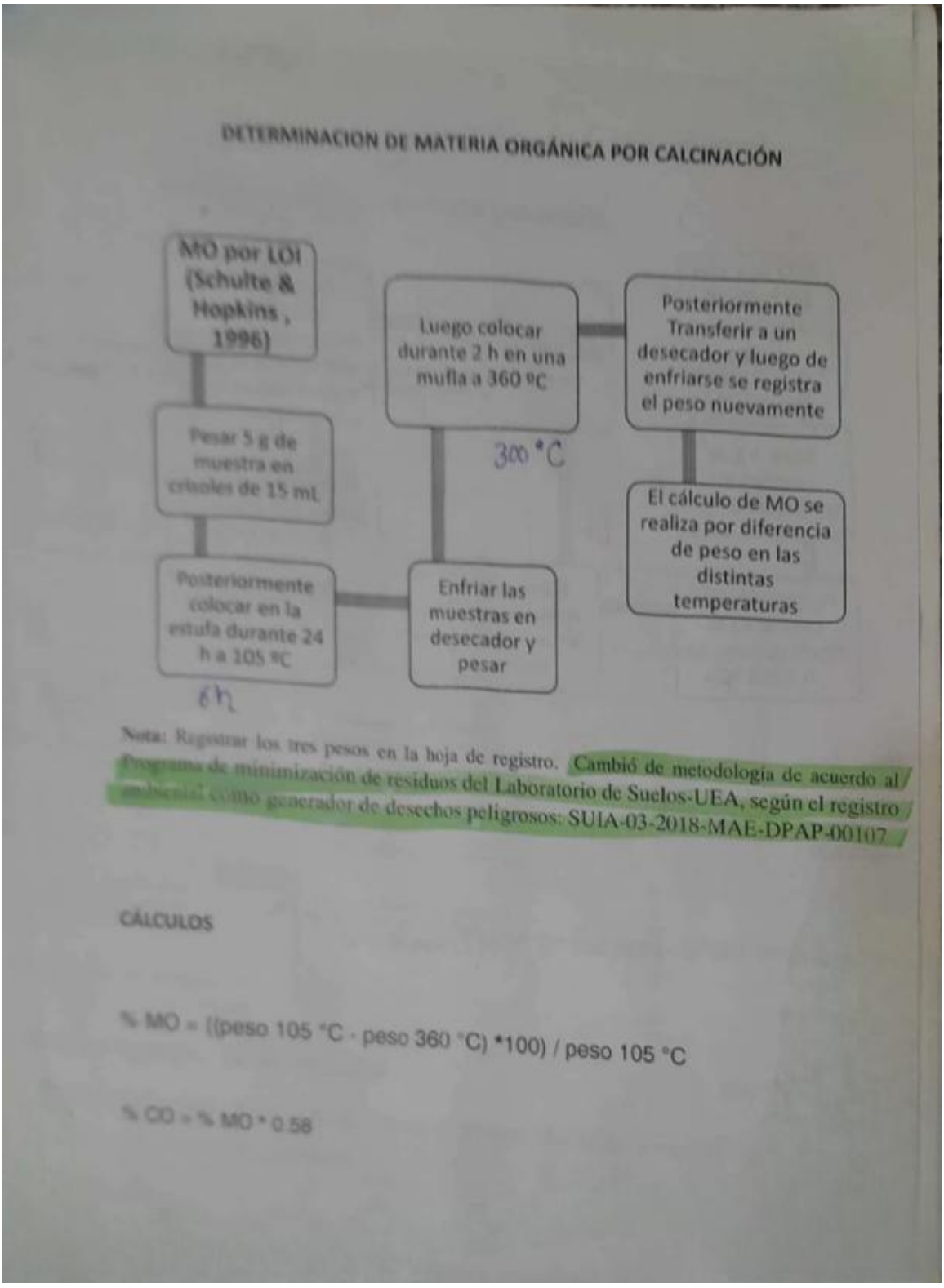
a=arena, A=arcilla, L=limo, F=franco

Tabla 14. **Factor de Corrección por Temperatura para Determinación Textura por el Método de Bouyoucos Modificado.**

Grados Centígrados (°C)	Factor de Rectificación
15	-1.6
16	-1.4
17	-1.0
18	-0.6
19	-0.2
20	+0.2
21	+0.4
22	+0.8
23	+1.2
24	+1.6
25	+2.0
26	+2.2
27	+2.6
28	+3.0
29	+3.4
30	+3.8
31	+4.0
32	+4.4
33	+4.8
34	+5.2

CS Escaneado con CamScanner

Anexo 2: Determinación de % de Materia orgánica y contenido de carbono-Laboratorio de suelos UEA.



DETERMINACION DE MATERIA ORGÁNICA POR CALCINACIÓN

MO por LOI (Schulte & Hopkins , 1996)

Pesar 5 g de muestra en crisoles de 15 mL

Posteriormente colocar en la estufa durante 24 h a 105 °C

6h

Enfriar las muestras en desecador y pesar

Luego colocar durante 2 h en una mufla a 360 °C

300 °C

Posteriormente Transferir a un desecador y luego de enfriarse se registra el peso nuevamente

El cálculo de MO se realiza por diferencia de peso en las distintas temperaturas

Nota: Registrar los tres pesos en la hoja de registro. Cambió de metodología de acuerdo al Programa de minimización de residuos del Laboratorio de Suelos-UEA, según el registro ambiental como generador de desechos peligrosos: SUIA-03-2018-MAE-DPAP-00107

CÁLCULOS

% MO = [(peso 105 °C - peso 360 °C) *100) / peso 105 °C

% CO = % MO * 0.58

Anexo 3: Marco Teórico.

Calidad del agua para consumo humano:

La calidad del agua potable debe cumplir con ciertos criterios establecidos por agencias reguladoras para garantizar que sea segura y adecuada para el consumo humano. Se evalúan parámetros como la concentración de sustancias químicas (por ejemplo, metales pesados, nitratos, fluoruros), la presencia de patógenos y la dureza del agua, entre otros (Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017).

Caracterización Del Agua:

La caracterización del agua en referencia a la infraestructura es el proceso de analizar y evaluar diversas propiedades físicas, químicas y biológicas del agua que se utilizará en proyectos y actividades de infraestructura. Esta evaluación es esencial para garantizar que el agua cumpla con los requisitos necesarios para su uso específico en proyectos de construcción, suministro público, riego, generación de energía, entre otros (Deborah, 1996).

Análisis físico del agua:

Este aspecto implica medir características físicas del agua, como la temperatura, el color, la turbidez y la conductividad eléctrica. Estos parámetros son importantes para evaluar la idoneidad del agua en función de las necesidades específicas del proyecto (American Public Health Association (APHA, 2007)).

Análisis químico del agua:

En esta etapa, se evalúa la composición química del agua para identificar la presencia y concentración de diferentes sustancias, como minerales, nutrientes, metales pesados, compuestos orgánicos y otros contaminantes. Esto es importante para asegurar que el agua no contenga elementos que puedan dañar la infraestructura o tener impactos negativos en el medio ambiente (United States Environmental Protection Agency (EPA, 1999)).

Temperatura del agua:

La temperatura del agua es un parámetro importante en proyectos de infraestructura, especialmente en aquellos donde se emplea el agua para fines de enfriamiento. También puede influir en la vida acuática y en procesos biológicos (APHA, 2017).

Turbidez:

La turbidez mide la cantidad de partículas suspendidas en el agua y afecta la claridad visual del agua. En infraestructura, la turbidez puede ser importante en sistemas de suministro de agua y procesos industriales (APHA), 2017).

Conductividad eléctrica:

La conductividad eléctrica es una medida de la capacidad del agua para conducir

electricidad y está relacionada con la concentración de sales disueltas. En proyectos de infraestructura agrícola, esto es relevante para evaluar la idoneidad del agua para el riego (APHA, 2017).

pH del agua: El pH es una medida de la acidez o alcalinidad del agua, y es un parámetro fundamental en la evaluación de la calidad del agua para diversos usos (APHA, 2017).

Contenido de oxígeno disuelto:

El oxígeno disuelto es esencial para la vida acuática y es relevante en proyectos de infraestructura que involucran cuerpos de agua, como embalses o sistemas de tratamiento de aguas residuales (APHA, 2017).

Fuentes de agua para captación:

Las fuentes de agua utilizadas en la captación pueden variar según la ubicación geográfica y la disponibilidad local. Las fuentes comunes incluyen ríos, embalses, manantiales, lagos y pozos. Es importante evaluar la calidad del agua en estas fuentes para garantizar que sea adecuada para su posterior tratamiento y consumo (United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat).

Infraestructura para captación:

La infraestructura utilizada en la captación de agua potable puede incluir estructuras como represas, presas, estaciones de bombeo, pozos, captaciones subterráneas y sistemas de conducción para dirigir el agua hacia las plantas de tratamiento o directamente hacia la red de distribución (American Water Works Association AWWA, 2017).