

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LLUVIA CON RELACIÓN  
AL LUGAR Y MODO DE CAPTACIÓN PARA EL CONSUMO  
HUMANO EN LOS DISTRITOS DE CAMPO VERDE, MANANTAY Y  
YARINACocha – PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO –  
DEPARTAMENTO DE UCAYALI – PERÚ**

**Tesis para optar el título profesional de**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**DANIEL MAX RIVERA MAURICIO**

**JHONN FRANNS RAMOS RENGIFO**

**Pucallpa - Perú**

**2023**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales  
COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS



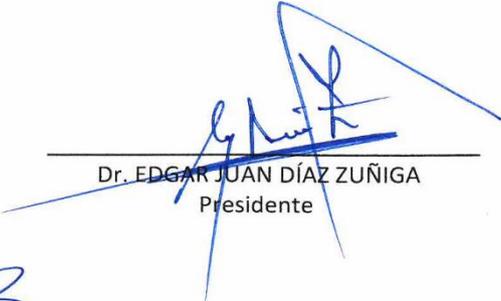
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 157

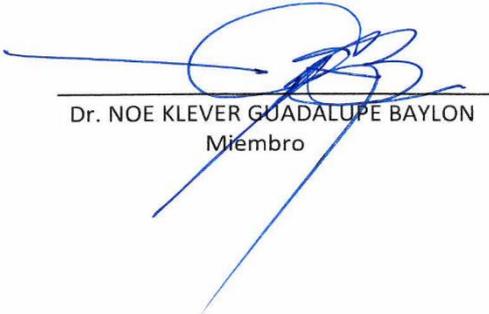
En la ciudad de Pucallpa a las 12:15 p.m. horas del día miércoles 14 de diciembre del 2022, de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, se reunieron los miembros del jurado evaluador en el auditorio de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales los mismos que estuvieron designados con el Memo Múltiple N° 123-2022-UNU-FCFYA-CGT, conformado por los siguientes docentes:

Dr. Edgar Juan Díaz Zúñiga	Presidente
Dr. Noe Klever Guadalupe Baylon	Miembro
Lic. Mg. Julián Robert Pérez Vigilio	Miembro

Se procedió a evaluar la sustentación de tesis denominada: **“ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LLUVIA CON RELACIÓN AL LUGAR Y MODO DE CAPTACIÓN PARA EL CONSUMO HUMANO EN LOS DISTRITOS DE CAMPO VERDE, MANANTAY Y YARINACOCCHA – PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO – DEPARTAMENTO DE UCAYALI – PERÚ”** presentado por los bachilleres: **DANIEL MAX RIVERA MAURICIO** y **JHONN FRANNS RAMOS RENGIFO**, asesorado por el Dr. David León Moreno. Finalizado la sustentación, se procedió a la formulación de preguntas por parte del jurado evaluador, las que fueron absueltas por los sustentantes. en consecuencia, la tesis fue **APROBADA** por **MAYORIA**, quedando expeditas para el otorgamiento del Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**.

Siendo las 13:40 horas del mismo día se dio por finalizado el acto académico, firmando los miembros en señal de conformidad.

  
Dr. EDGAR JUAN DÍAZ ZUÑIGA  
Presidente

  
Dr. NOE KLEVER GUADALUPE BAYLON  
Miembro

  
Mg. JULIÁN ROBERT PÉREZ VIGILIO  
Miembro

## ACTA DE APROBACIÓN

La presente tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Dr. EDGAR JUAN DÍAZ ZUÑIGA



Presidente

Dr. NOE KLEVER GUADALUPE BAYLON



Miembro

Lic. Mg. JULIÁN ROBERT PÉREZ VIGILIO



Miembro

Dr. DAVID LEÓN MORENO



Asesor

Bach. DANIEL MAX RIVERA MAURICIO



Tesista

Bach. JHONN FRANNS RAMOS RENGIFO



Tesista



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION  
DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

# CONSTANCIA

## ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

**N° V/0738-2022**

La Dirección de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el Informe Final de Tesis, titulado:

“ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LLUVIA CON RELACIÓN AL LUGAR Y MODO DE CAPTACIÓN PARA EL CONSUMO HUMANO EN LOS DISTRITOS DE CAMPO VERDE, MANANTAY Y YARINACOA – PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO – DEPARTAMENTO DE UCAYALI – PERÚ”.

Autor(es) : RIVERA MAURICIO, DANIEL MAX  
RAMOS RENGIFO, JHONN FRANNS

Facultad : CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES  
Escuela Profesional : ING. AMBIENTAL  
Asesor (a) : Dr. LEON MORENO, DAVID

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un porcentaje de similitud de 4%.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se firma y se sella la presente constancia.



FECHA 01/12/2022



Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA  
Director de Producción Intelectual



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS**  
REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, Daniel Max Rivera Mauricio

Autor(a) de la TESIS de pregrado titulada:

Estudio de la calidad del agua de lluvia con relación al lugar y modo de captación para el consumo humano en los distritos de Campo Verde, Manantay y Yarinacocha - provincia de Coronel Portillo - departamento de Ucayali - Perú

Sustentada el año: 2022

Con la asesoría de: Dr. David León Moreno

En la Facultad de: Ciencias Forestales y Ambientales

Escuela Profesional de: Ingeniería Ambiental

Autorizo la publicación:

**PARCIAL**  Significa que se publicará en el repositorio institucional solo La caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar **si su tesis o documento presenta material patentable**, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

**TOTAL**  Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali ([www.repositorio.unu.edu.pe](http://www.repositorio.unu.edu.pe)), bajo los siguientes términos:

**Primero:** Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

**Segundo:** Declaro que la **tesis es una creación de mi autoría** y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 14 / 12 / 2022

Email: dmaxriveram@gmail.com

Teléfono: 948015264

Firma: 

DNI: 75400500

[www.repositorio.unu.edu.pe](http://www.repositorio.unu.edu.pe)

✉ [repositorio@unu.edu.pe](mailto:repositorio@unu.edu.pe)



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS**  
REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, Jhonn Franss, Ramos Rengifo

Autor(a) de la TESIS de pregrado titulada:

Estudio de la calidad del agua de lluvia con relación al lugar  
y modo de captación para el consumo humano en los distritos  
de Campo Verde, Manantay y Varinacocha - provincia de Coronel  
Portillo - departamento de Ucayali - Perú

Sustentada el año: 2022

Con la asesoría de: Dr. David León Moreno

En la Facultad de: Ciencias Forestales y Ambientales

Escuela Profesional de: Ingeniería Ambiental

Autorizo la publicación:

**PARCIAL**  Significa que se publicará en el repositorio institucional solo la caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar si su tesis o documento presenta material patentable, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

**TOTAL**  Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali ([www.repositorio.unu.edu.pe](http://www.repositorio.unu.edu.pe)), bajo los siguientes términos:

**Primero:** Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

**Segundo:** Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 14 / 12 / 2022

Email: franssrengifo@gmail.com

Teléfono: 904783804

Firma: 

DNI: 71096103

[www.repositorio.unu.edu.pe](http://www.repositorio.unu.edu.pe)

✉ [repositorio@unu.edu.pe](mailto:repositorio@unu.edu.pe)

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme vida y salud, a mis padres Zenobia y Teodolfo, por estar siempre a mi lado y por ser un ejemplo de lucha y perseverancia, la cual fue mi fuerza para cumplir mis metas.

**Daniel Max.**

A Dios, por haberme dado la vida y guiado en todo mi camino de formación profesional. A mi madre Susana y mis hermanos Giordy, Kenya, Felipe y Jacob, por ser el pilar más importante en mi vida y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional. A mi Padrino Edwin, por ser el padre que nunca tuve y haber apostado por mí cuando más lo necesitaba. A todos mis docentes y amigos de la universidad, sin ellos no hubiera logrado esta meta.

**Jhonn Franns.**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de Ucayali y la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales; por habernos acogido en sus aulas durante nuestros años de estudios.

A los docentes, por su vocación y dedicación en la formación de profesionales aptos para ejercer en la sociedad de ahora.

Al Dr. David León Moreno, por su orientación, dedicación y paciencia como asesor para el desarrollo de la presente investigación.

Al Ing. Kevin Paul Reátegui Ramos y a la Ing. Sony Rilley Armas Silva, por su colaboración y motivación constante para la culminación de la presente investigación.

Y a todas aquellas personas que de forma directa e indirecta colaboraron durante la ejecución y culminación del presente estudio de investigación.

## ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
ÍNDICE.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT .....	xix
INTRODUCCIÓN .....	xx
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.1. Planteamiento del Problema.....	1
1.2. Formulación del Problema .....	3
1.2.1. Problema General.....	3
1.2.2. Problemas Específicos .....	3
1.3. Objetivos.....	4
13.1. Objetivo General .....	4
1.3.2. Objetivos Específicos.....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. Antecedentes .....	5
2.1.1. Antecedentes a Nivel Internacional.....	5
2.1.2. Antecedentes a Nivel Nacional.....	8
2.1.3. Antecedentes a Nivel Local .....	11
2.2. Bases Teóricas.....	12
2.2.1. Las Precipitaciones.....	12

2.2.2. Mecanismos de Formación de Precipitaciones.....	13
2.2.3. Tipos de Precipitación.....	15
2.2.4. Formas de Precipitación .....	16
2.2.5. Lluvia Ácida .....	17
2.2.6. Calidad del Agua.....	20
2.3. Definiciones de Términos Básicos .....	21
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>24</b>
3.1. Tipo de Investigación.....	24
3.2. Población y Muestra .....	24
3.2.1. Población .....	24
3.2.2. Muestra.....	27
3.3. Lugar de Ensayos Experimentales.....	28
3.3.1. Ubicación de los Puntos de Recolección .....	28
3.4. Instrumentos para la Recolección de Datos .....	29
3.5. Procedimientos de Recolección de Datos .....	30
3.5.1. Técnicas de Campo.....	31
3.5.2. Toma de Muestras de Agua de Lluvia .....	39
3.5.3. Análisis de Muestras.....	44
3.5.4. Técnicas de Laboratorio .....	44
3.5.5. Tratamiento de Datos .....	49
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>50</b>
4.1. Resultados .....	50
4.2. Discusión.....	74
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>80</b>
5.1. Conclusiones.....	80

5.2. Recomendaciones.....	82
BREFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
ANEXO.....	88

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Número de viviendas con cobertura de calamina en Pucallpa.....	25
<b>Tabla 2.</b> Datos Climáticos de Temperatura, Precipitación y la Humedad Relativa de la Estación Meteorológica de la Universidad Nacional de Ucayali – UNU (Registro: 2003-2021).....	26
<b>Tabla 3.</b> Número de puntos de muestreo.....	31
<b>Tabla 4.</b> Ubicación de los puntos de muestreo .....	32
<b>Tabla 5.</b> Resultado del análisis de la calidad de las aguas de lluvia directa .....	51
<b>Tabla 6.</b> Resultado del análisis de la calidad de las aguas de lluvia indirecta .....	53
<b>Tabla 7.</b> Propiedades microbiológicas de las aguas de lluvia directa. ....	55
<b>Tabla 8.</b> Propiedades microbiológicas de las aguas de lluvia indirecta. ....	56
<b>Tabla 9.</b> Propiedades fisicoquímicas del agua de lluvia directa.....	57
<b>Tabla 10.</b> Propiedades fisicoquímicas del agua de lluvia indirecta .....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Formación de acidez atmosférica y la deposición.....	19
<b>Figura 2.</b> Precipitación (mm). Estación Meteorológica de la Universidad Nacional de Ucayali – UNU (Registro: 2003-2021).....	27
<b>Figura 3.</b> Mapa de Ubicación de zona de estudio.....	28
<b>Figura 4.</b> Mapa de ubicación de puntos de muestreo de agua de lluvia en los distritos.....	33
<b>Figura 5.</b> Identificación de coordenadas de los puntos de muestreo directo en Campo Verde .....	34
<b>Figura 6.</b> Medición de la altura del punto de muestreo directo en el distrito de Campo Verde .....	34
<b>Figura 7.</b> Medición e instalación del punto de muestreo en el distrito de Yarinacocha .....	35
<b>Figura 8.</b> Identificación de punto de muestreo directo en Manantay .....	36
<b>Figura 9.</b> Medición de la altura del punto de muestreo directo .....	36
<b>Figura 10.</b> Lavado de frascos .....	37
<b>Figura 11.</b> Frascos llevados al Horno de esterilización .....	38
<b>Figura 12.</b> Frascos envueltos en papel Kraft .....	38
<b>Figura 13.</b> Toma de muestra directa.....	39
<b>Figura 14.</b> Toma de muestra indirecta.....	40
<b>Figura 15.</b> Captación de aguas de lluvia de manera indirecta en el distrito de Campo Verde .....	41
<b>Figura 16.</b> Captación de aguas de lluvia de manera indirecta en el distrito de Campo Verde .....	41

<b>Figura 17.</b> Captación de aguas de lluvia de manera directa del distrito de Yarinacocha .....	42
<b>Figura 18.</b> Captación de aguas de lluvia de manera indirecta en el distrito de Yarinacocha .....	42
<b>Figura 19.</b> Captación de aguas de lluvia de manera directa del distrito de Manantay .....	43
<b>Figura 20.</b> Captación de aguas de lluvia de manera indirecta del distrito de Manantay .....	43
<b>Figura 21.</b> Medición de los parámetros de las muestras directas e indirectas de agua de lluvia del distrito de Campo Verde con el multiparámetro. ....	44
<b>Figura 22.</b> Rotulación de las muestras directas e indirectas de agua de lluvia del distrito de Campo Verde.....	46
<b>Figura 23.</b> Medición de los parámetros de las muestras directas e indirectas de agua de lluvia del distrito de Yarinacocha con el multiparámetro.....	46
<b>Figura 24.</b> Rotulación de las muestras directas e indirectas de agua de lluvia del distrito de Yarinacocha.....	47
<b>Figura 25.</b> Medición de los parámetros de las muestras directas e indirectas de agua de lluvia del distrito de Manantay con el multiparámetro.....	47
<b>Figura 26.</b> Rotulación de las muestras directas e indirectas de agua de lluvia del distrito de Manantay .....	48
<b>Figura 27.</b> Resultados de la calidad de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia del pH. ..	59
<b>Figura 28.</b> Resultados de la calidad de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia de la Conductividad. ....	60

<b>Figura 29.</b> Resultados de la calidad de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia de sólidos totales.....	61
<b>Figura 30.</b> Resultados de la calidad de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la temperatura. ....	62
<b>Figura 31.</b> Resultados de la calidad de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia de la turbiedad. ....	63
<b>Figura 32.</b> Resultados de la calidad de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia del cloro libre. ....	64
<b>Figura 33.</b> Resultados de la calidad de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia de dureza. ....	65
<b>Figura 34.</b> Resultados de la calidad de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia del aluminio.....	66
<b>Figura 35.</b> Resultados de la calidad de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia del hierro.....	67
<b>Figura 36.</b> Resultados de la calidad de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia del cobre.....	68

<b>Figura 37.</b> Resultados de la calidad de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia del amoníaco.....	69
<b>Figura 38.</b> Resultados de la calidad de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia del sulfato.....	70
<b>Figura 39.</b> Resultados de la calidad de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia del nitrato. ....	71
<b>Figura 40.</b> Resultados de la calidad de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia de coliformes totales. ....	72
<b>Figura 41.</b> Resultados de la calidad de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia de coliformes termotolerantes. ....	73

## RESUMEN

El objetivo fue determinar la calidad de agua de lluvia, las propiedades microbiológicas de agua de lluvia y las propiedades fisicoquímicas de agua de lluvia con relación al lugar y modo de captación para el consumo humano en los distritos de Campo Verde, Manantay y Yarinacocha. La investigación consistió en la recolección de agua de lluvia de los distritos, identificando 9 puntos de muestreo (casas), dichos muestreos estuvieron divididos en 3 puntos del distrito de campo verde directos e indirectos, 3 puntos del distrito de Manantay directos e indirectos y 3 puntos del distrito de Yarinacocha directos e indirectos; una vez recolectadas las muestras de agua de lluvia se procedió a realizar el rotulado y empacado en el cooler, para posteriormente ser enviado al laboratorio para su respectivo análisis. Los resultados de los análisis de las muestras arrojaron los siguientes datos Directos e Indirectos: Coliformes Totales: Directos: 0 – Indirectos: 33.1 UFC/100 mL a 35 °C, Coliformes Termotolerantes: Directos: <1 – Indirectos: <1 UFC/100 mL a 44.5 °C, pH: Directos: 6.37 – Indirectos: 6.4, Conductividad (25 °C): Directos: 14.8 – Indirectos: 30.5  $\mu\text{mho/cm}$ , Sólidos Totales Disueltos: Directos: 24.6 – Indirectos: 42.4  $\text{mgL}^{-1}$ , Temperatura: Directos: 24.5 – Indirectos: 24.4 °C, Turbiedad: Directos: 0.6 – Indirectos: 2.2 UNT, Dureza Total: Directos:<10 – Indirectos: <10  $\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ , Cloro: Directos: <0.01 – Indirectos: <0.01  $\text{mg l}^{-1}$ , Aluminio: Directos: <0.01 – Indirectos: <0.011  $\text{mg Al L}^{-1}$ , Hierro: Directos: <0.01 – Indirectos: <0.01  $\text{mg Fe L}^{-1}$ , Cobre: Directos:0.01 – Indirectos: 0.01  $\text{mg Cu L}^{-1}$ , Amoniac: Directos:<0.1 – Indirectos: <0.1  $\text{mg N L}^{-1}$ , Sulfato: Directos:<0.1 – Indirectos: <0.1  $\text{mg SO}_4 = \text{L}^{-1}$  y Nitrato: Directos:<0.1 – Indirectos: <0.1  $\text{mg NO}_3\text{L}^{-1}$ . Se concluye que los parámetros de las aguas de lluvia comparadas con el Decreto Supremo 031-2010-SA menciona que se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles, a excepción de las

muestras directas e indirectas que en promedios arrojan un pH ligeramente ácido y la presencia de coliformes totales en las muestras indirectas.

**Palabras claves:** Análisis de agua de lluvia, calidad de agua de lluvia, parámetros de las aguas de lluvia, estándares de calidad ambiental, límites máximos permisibles.

## ABSTRACT

The objective was to determine the quality of rainwater, the microbiological properties of rainwater and the physicochemical properties of rainwater in relation to the place and mode of collection for human consumption in the districts of Campo Verde, Manantay and Yarinacocha. The investigation consisted of collecting rainwater from the districts, identifying 9 sampling points (houses), these samplings were divided into 3 direct and indirect points of the Campo Verde district, 3 direct and indirect points of the Manantay district and 3 direct and indirect points of the Yarinacocha district; Once the rainwater samples were collected, the cooler was labeled and packed, to be later sent to the laboratory for its respective analysis. The results of the analysis of the samples yielded the following Direct and Indirect data: Total Coliforms: Direct: 0 – Indirect: 33.1 CFU/100 mL at 35 °C, Thermotolerant Coliforms: Direct: <1 – Indirect: <1 CFU/100 mL at 44.5 °C, pH: Direct: 6.37 – Indirect: 6.4, Conductivity (25 °C): Direct: 14.8 – Indirect: 30.5  $\mu\text{mho/cm}$ , Total Dissolved Solids: Direct: 24.6 – Indirect: 42.4  $\text{mg L}^{-1}$ , Temperature: Direct: 24.5 – Indirect: 24.4 °C, Turbidity: Direct: 0.6 – Indirect: 2.2 UNT, Total Hardness: Direct: <10 – Indirect: <10  $\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ , Chlorine: Direct: <0.01 – Indirect: < 0.01  $\text{mg l}^{-1}$ , Aluminum: Direct: <0.01 – Indirect: <0.011  $\text{mg Al L}^{-1}$ , Iron: Direct: <0.01 – Indirect: <0.01  $\text{mg Fe L}^{-1}$ , Copper: Direct: 0.01 – Indirect: 0.01  $\text{mg Cu L}^{-1}$ , Ammonia: Direct: <0.1 – Indirect: <0.1  $\text{mg N L}^{-1}$ , Sulfate: Direct: <0.1 – Indirect: <0.1  $\text{mg SO}_4 = \text{L}^{-1}$  and Nitrate: Direct: <0.1 – Indirect: < 0.1  $\text{mg NO}_3\text{L}^{-1}$ . It is concluded that the parameters of rainwater compared to Supreme Decree 031-2010-SA mentions that they are within the Maximum Permissible Limits, except for direct and indirect samples that, on average, show a slightly acidic pH and the presence of total coliforms in indirect samples.

**Keywords:** Rainwater analysis, Rainwater Quality, Rainwater parameters and Maximum Permissible Limits.

## INTRODUCCIÓN

El agua es un componente esencial del ambiente por ser el factor principal que controla el estatus de salud tanto en humanos como en la biota en general (Health, 2011). Las variaciones en su calidad son resultado de la combinación de procesos naturales (meteorización y erosión del suelo) y de las contribuciones antrópicas (descargas de desechos municipales e industriales). En general, éstas últimas constituyen una fuente constante de contaminación, mientras que la escorrentía superficial es un fenómeno estacional, que se ve afectado por el clima en la cuenca de captación, asociado a la duración de la época de lluvias (Ramussen, 2005). Actualmente, el cambio climático y el estrés hídrico están limitando la disponibilidad de agua limpia en todo el mundo (Lermontov, Yokoyama y Soares, 2011).

Hoy en día existe una atención creciente en el aprovechamiento del agua lluvia como fuente potencial de agua en las ciudades (Walsh et al., 2012). En especial, en países en desarrollo, el aprovechamiento de aguas lluvias se ha convertido, en los últimos años, en una alternativa interesante, debida, principalmente, al bajo costo de operación asociado. Así, por ejemplo, se han reportado experiencias exitosas de aprovechamiento de aguas lluvias en países en desarrollo, tanto de Asia como de Latinoamérica. En efecto, las aguas lluvias urbanas contienen numerosos contaminantes que pueden afectar la salud humana y la calidad de las aguas superficiales y subterráneas (Torres et al., 2011).

El presente informe de tesis, se llevó a cabo en los distritos de Campo Verde, Manantay y Yarinacocha ubicadas en la provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali en donde se realizó una evaluación de la calidad de agua de lluvia el cual no cuenta con una normativa existente, es por ello se hizo una evaluación de los

parámetros con la normativa de consumo humano (031-2010 D.S.) y demuestren las condiciones actuales de las aguas de lluvias en los distritos ya mencionados.

El objetivo de este estudio es determinar la calidad de agua de lluvia con relación al lugar y modo de captación para el consumo humano en los distritos de Campo Verde, Manantay y Yarinacocha a través del muestreo fisicoquímico y microbiológico; teniendo en cuenta la captación de manera directa y la captación de manera indirecta de las aguas de lluvia.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Planteamiento del Problema

El agua es un componente esencial del ambiente puesto que se considera el factor principal que controla el estatus de salud tanto en humanos como en la biota en general (Health, 2011). Las variaciones en su calidad son resultado de la combinación de procesos naturales (meteorización y erosión del suelo) y de las contribuciones antrópicas (descargas de desechos municipales e industriales). En general, éstas últimas constituyen una fuente constante de contaminación, mientras que la escorrentía superficial es un fenómeno estacional, que se ve afectado por el clima en la cuenca de captación, asociado a la duración de la época de lluvias (Ramussen, 2005). Actualmente, el cambio climático y el estrés hídrico están limitando la disponibilidad de agua limpia en todo el mundo (Lermontov, Yokoyama y Soares, 2011).

Hoy en día existe una atención creciente en el aprovechamiento del agua lluvia como fuente potencial de agua en las ciudades (Walsh et al., 2012). En especial, en países en desarrollo, el aprovechamiento de aguas lluvias se ha convertido, en los últimos años, en una alternativa interesante, debida, principalmente, al bajo costo de operación asociado. Así, por ejemplo, se han reportado experiencias exitosas de aprovechamiento de aguas lluvias en países en desarrollo, tanto de Asia como de Latinoamérica. En efecto, las aguas lluvias urbanas contienen numerosos contaminantes que pueden afectar la salud humana y la calidad de las aguas superficiales y subterráneas (Torres et al., 2011).

La actual crisis de agua que aqueja al planeta, manifestada en la pérdida considerable del recurso hídrico, obliga al aprovechamiento de otras fuentes alternativas como el agua de lluvia. La oferta nacional de recursos hídricos permite el abastecimiento de un alto porcentaje de la población mediante fuentes superficiales y subterráneas, lo cual no significa que el país deba ser ajeno a la situación de crisis de agua que vive el planeta. Por el contrario, es importante preservarla para garantizar el suministro en el futuro, además de buscar fuentes alternativas para uso doméstico y riego como el agua lluvia, cuyo beneficio al consumidor se da directamente en la medida en que es una fuente no tributada a la que toda la población puede acceder, siempre y cuando su uso no represente ningún riesgo (Ospina y Ramírez, 2014).

La calidad de agua de lluvia no se ha estudiado a fondo, se desconocen en varias localidades urbanas sus condiciones físicas, químicas y microbiológicas, que dependen de diversos componentes presentes en el aire por actividades antrópicas y condiciones naturales. Su evaluación permite definir en cierta medida la calidad del aire y los potenciales contaminantes que pueden hacerse presentes en mayor o menor concentración (Ospina y Ramírez, 2014). Por estas razones, en esta tesis de investigación se propuso evaluar la calidad de las aguas de lluvias de los distritos de Campo Verde, Manantay y Yarinacocha de la provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali, se estudiaron los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del cual se tomó como referencia con el D.S. N° 031-2010-S.A. con el cual se determinó del estado de la calidad de agua de lluvia, ya que las aguas de lluvia no tienen una normativa el cual puede ser comparado.

## **1.2. Formulación del Problema**

### **1.2.1. Problema General**

- ¿Cuál será la calidad de las aguas de lluvia con relación al lugar y modos de captación para el consumo humano en los distritos de Campo Verde, Manantay y Yarinacocha?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- ¿Cuáles serán las propiedades microbiológicas de agua de lluvia con relación al lugar y modo de captación para el consumo humano, en los distritos de Campo Verde, Manantay y Yarinacocha?
- ¿Cuáles serán las propiedades fisicoquímicas de agua de lluvia con relación al lugar y modo de captación para el consumo humano, en los distritos de Campo Verde, Manantay y Yarinacocha?
- ¿Existe diferencia de la calidad del agua de lluvia con relación al lugar y modo de captación para el consumo humano en los distritos de Campo Verde, Manantay y Yarinacocha?

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

- Determinar la calidad de agua de lluvia con relación al lugar y modo de captación para el consumo humano en los distritos de Campo Verde, Manantay y Yarinacocha.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Determinar las propiedades microbiológicas de agua de lluvia con relación al lugar y modo de captación para el consumo humano, en los distritos de Campo Verde, Manantay y Yarinacocha.
- Determinar las propiedades fisicoquímicas de agua de lluvia con relación al lugar y modo de captación en los distritos de Campo Verde, Manantay y Yarinacocha.
- Comparar la calidad de agua de lluvia con relación al lugar y modo de captación para el consumo humano en los distritos de Campo Verde, Manantay y Yarinacocha.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **2.1.1. Antecedentes a Nivel Internacional**

Aguilera y Arias (2017), la investigación del proyecto denominado “Evaluación de la calidad del agua de lluvia para su aprovechamiento y uso doméstico en sitios estratégicos de la ciudad de Guanajuato”, El prototipo se ubicó en la División de Ingenierías de la Sede Belén de la Universidad de Guanajuato del Campus Guanajuato. Se logró diseñar un prototipo práctico y eficiente para la captación del agua de lluvia. Por otro lado, la caracterización de la muestra incluyó parámetros como turbidez, color aparente, pH, conductividad, presencia de coliformes totales y metales. Dichos parámetros obtenidos se encuentran dentro de los límites permisibles de acuerdo a la NOM-127-SSA1-1994 para la mayoría de las muestras tomadas, sin embargo, en todos los casos la prueba de coliformes totales resultó positiva.

Damián (2017); la investigación denominada “Estudio de la calidad del agua de lluvia, para el consumo humano y productivo en Los Talas, partido de Berisso”, se realizó la colecta y análisis de la calidad de las muestras de agua de lluvia después de escurrir sobre la superficie de dos tipos de materiales: zinc y policloruro de vinilo (PVC), previo y posteriormente a un tratamiento mediante cloración. Los análisis efectuados demostraron que la composición fisicoquímica y microbiológica es susceptible de potabilización. El tratamiento de estas aguas debe prever el ajuste de pH por presentar valores bajos como evidencia de agua

ligeramente ácida y la desinfección, permitiendo definir así su potencial aprovechamiento; de esta forma, se estará obteniendo una alternativa ventajosa y sustentable.

Salinas, Cavazos y Vera (2016). El artículo muestra los resultados de la investigación denominada "Evaluación de un sistema de captación de agua de lluvia en la zona metropolitana de Monterrey, para su aprovechamiento como medio alternativo", el análisis de los resultados obtenidos de esta investigación, en un nivel general, se puede concluir que el impacto que tendría la implementación de los SCALL en esta zona del país es mínimo, comparado con los datos que se reportan en la zona centro y sur del país, esto si se realiza a pequeña escala; pero si se implementa en el nivel de comunidad, colonia o fraccionamiento, se tendría un impacto mayor, ya que el agua que se captaría en todos los techos de una comunidad se puede juntar y almacenar en una cisterna comunitaria, sirviendo como fuente para abastecer los parques y jardines de esa comunidad, incluso si se realiza una planeación adecuada de este recurso, se puede abastecer de agua potable a las comunidades que se encuentran dentro de la ZMM, que carecen del servicio de agua entubada en su hogar.

Hernández (2016); en su investigación denominada "Evaluación de la calidad del agua para consumo humano y propuesta de alternativas tendientes a su mejora, en la Comunidad de 4 Millas de Matina, Limón", se muestreó 25 pozos de un total de 147, donde se analizó parámetros físico-químicos, metales, coliformes fecales y plaguicidas. Los análisis determinaron que las concentraciones de manganeso en el agua tomada de los pozos son altas (mediana: 835 µg/L Mn) y muchas veces (67%) están por encima de lo máximo

permitido. se detectó la presencia de coliformes fecales en todas las muestras y en algunas se detectaron también plaguicidas, el agua de lluvia presentó los valores más altos de estos.

Ospina y Ramírez (2014). El artículo presenta los resultados del proyecto de investigación “Evaluación de la calidad del agua lluvia para su aprovechamiento y uso doméstico en la ciudad de Ibagué” realizado en el campus Ibagué de la Universidad Cooperativa de Colombia. La investigación involucró ocho estaciones de muestreo de las cuales se tomó agua sin ningún contacto con la superficie. El análisis mostró que su composición fisicoquímica es susceptible de purificación dada la ausencia de niveles nocivos de contaminación. Por el contrario, la mayoría de los parámetros analizados se encuentran dentro de los rangos requeridos para una posible potabilización del agua, a excepción del pH y la turbidez en determinados puntos de muestreo.

Buitrago (2011), la tesis denominada “Cuantificación y Caracterización de la Calidad de Agua de Escorrentía de Techo para el Pre diseño de una Piscina de Retención en el Campus de la Universidad Nacional de Colombia”, La comparación de las concentraciones promedio, obtenidas para el agua de escorrentía de techo de las cubiertas estudiadas, con los límites máximos permitidos en el Decreto 1594 de 1984 para diferentes usos y la resolución 2115 de 2007 para agua potable, permitió concluir que los valores medidos de concentración del presente estudio sobrepasan los límites de calcio, hierro, magnesio y turbiedad para el agua potable, pero no para otros usos, e.g. agrícola, pecuario, por lo que se concluye que el agua de escorrentía de techo no requiere tratamiento si se quiere reutilizar en actividades como el riego de plantas o en sanitarios.

### **2.1.2. Antecedentes a Nivel Nacional**

Muñoz (2019), “Evaluación de la calidad de aguas de lluvias en los distritos de Chaupimarca, Yanacancha y Simón Bolívar de Rancas – provincia de Pasco – 2016” en donde su objetivo principal fue determinar la calidad de aguas de lluvias en los distritos de Chaupimarca, Yanacancha y Simón Bolívar de Rancas - provincia de Pasco – 2016. Arribó a las conclusiones; con la investigación se determinó la calidad de aguas de lluvias en los distritos de Chaupimarca, Yanacancha y Simón Bolívar de Rancas, comparando los resultados con los estándares de calidad (Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM-ANA), así determinamos que cumple para el uso poblacional y recreacional, mas no para potabilización; ya que para potabilización se necesita la desinfección y tratamiento adicionales.

Acuña (2018), en el estudio denominado “Evaluación de la correlación del índice de calidad de agua para consumo humano con la precipitación, dada las condiciones litológicas y topográficas de la microcuenca del río Paria, Huaraz – Ancash” se evaluó el nivel de correlación del índice de calidad de agua para consumo humano con la precipitación. El nivel de correlación (R) entre el índice de calidad de agua en función a la precipitación varía según el grado de ajuste de la recta (lineal, logarítmica y polinomial), desde 0.110 (correlación positiva débil) hasta 0.857 (correlación positiva considerable); la calidad del agua no solo depende de la precipitación sino también de las condiciones litológicas, topográficas y actividades antrópicas presentes en la zona, las cuales contribuyen relativamente en la alteración de la calidad del agua, esta afirmación se basa al incremento considerable de lluvias en la zona de estudio durante los meses de monitoreo y la escorrentía superficial presente en la zona.

Portilla (2018); la investigación denominada “Determinación de los impactos ambientales potenciales generado por un sistema de riego para cosecha de agua de lluvia en el sector de barrería, Mosopuquio, distrito de Characato, provincia de Arequipa, departamento de Arequipa 2018”, con el objetivo de identificar y valorar el impacto ambiental generado por un sistema de riego para cosecha de agua de lluvia, Luego del proceso de valoración de estos eventos se ha determinado que la única etapa que presenta eventos ambientales significativos corresponde a la etapa de construcción, siendo ellos negativos. Estos impactos ambientales negativos significativos son cuatro: modificación de la calidad de agua superficial por acumulación de materiales de construcción y escombros; modificación de la calidad de agua subterránea por acumulación de materiales de construcción y escombros; modificación de la calidad de agua superficial por acciones de construcción; modificación de la calidad de agua subterránea por acciones de construcción; ante lo expuesto se propone algunas medidas de control de impactos.

Vera y Rosas (2017), el estudio denominado “Modelar la contaminación del agua de la represa de Aguada Blanca por hierro y manganeso entre la temporada de lluvias y el estiaje para proporcionar agua de calidad a la Población de Arequipa”, se realizó con el objetivo de evaluar la distribución de hierro y manganeso en el cuerpo de agua del Embalse Aguada Blanca a diversos niveles de profundidad con la finalidad de generar un perfil de es los contaminantes, para determinar el límite máximo de desembalse. Las concentraciones obtenidas a lo largo del periodo monitoreado se incrementan sobrepasando los ECA establecidos para agua superficial de 1 y 0.4 mg/L de Fe y Mn respectivamente, mientras que la altura mínima del nivel de

almacenamiento recomendada sería de aproximadamente 20 metros en la zona lacustre del embalse, para no alcanzar una dilución de los contaminantes que superen el ECA correspondiente.

Grandez y Grandez (2017); la investigación denominada “Diseño de un sistema de captación de aguas pluviales, para el uso doméstico en viviendas del barrio La Florida del distrito de Yurimaguas – provincia de Alto Amazonas– región Loreto”; Los resultados sugieren que la captación de aguas pluviales es una opción técnicamente viable, pero requiere de una inversión inicial que en el tiempo es recuperada, por lo que se puede representar una solución interesante para contribuir a la gestión y desarrollo sostenible; es preferible que el sistema se implemente durante el proceso constructivo de viviendas nuevas, pues de esa forma es más fácil y económico.

Muñoz (2019); El objetivo principal de la presente investigación es determinar la calidad de aguas de lluvias en los distritos de Chaupimarca, Yanacancha y Simón Bolívar de Rancas - Provincia de Pasco – 2016, el resultado del análisis de muestras de las aguas de lluvias se concluye que las lluvias de los distritos de Chaupimarca, Yanacancha y Simón Bolívar de Rancas cumplen la calidad para el uso poblacional y recreacional, más no para potabilización; ya que para esta actividad se necesita la desinfección y otros tratamientos adicionales.

Chino, Velarde y Espinoza (2016); el estudio de investigación denominada “Captación de agua de lluvia en cobertura de viviendas rurales para consumo humano en la Comunidad de Vilca Maquera, Puno - Perú” el diseño de captación se ha determinado que la sección transversal de la canaleta es de 86 cm<sup>2</sup>, con una base de 0.08 m, con una pendiente de 0.006, el diámetro

calculado de la tubería recolectora es de 2' de clase 5. Los resultados fisicoquímicos de agua de lluvia están dentro de los parámetros de límites máximos permisibles señalados en la norma de la OMS – Ministerio de Salud, según el análisis efectuado por Laboratorios B&C S.A.C.

### **2.1.3. Antecedentes a Nivel Local**

Jimenez (2020); en la investigación denominada “Diseño e instalación de un sistema captador de lluvia para la mejora en el abastecimiento de agua de consumo humano, Iparía-Ucayali” cuyo objetivo fue resolver de alguna manera la escasez y la calidad del agua para el consumo humano en la comunidad nativa Santa Velita de Tabacoa. Se realizó el diseño e instalación de 14 sistemas captadoras de agua de lluvia. Para diseñar e instalara el sistema, se analizó la demanda del agua y la oferta de lluvia. La primera, se realizó con la aplicación de una encuesta de la situación actual de la comunidad y el segundo se emplearon datos históricos de precipitación de la Estación Meteorológica Puerto Inca. En base a los datos obtenidos anteriormente, se diseñó un sistema estándar de captación de lluvia bajo la metodología SCAPT (Sistema de Captación de agua pluvial en techos). La evaluación del nivel de adopción (uso) de los sistemas captadores, consistió en encuestar por medio de la ficha de monitoreo de los sistemas, encontrando un 86% que continúan en uso. De este porcentaje, el 60% hace un uso correcto del mismo y el 40% utiliza el sistema de manera incorrecta. Se concluye que el diseño es técnicamente viable y el nivel de adopción es aceptable.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Las Precipitaciones**

Se llaman precipitaciones, todas las aguas meteóricas que caen sobre la superficie de la tierra, tanto en forma líquida (llovizna, lluvia, lluvia) como en forma sólida (nieve, bolitas de hielo, granizo) y precipitaciones ocultas o depositadas (rocío, escarcha). Son causados por un cambio de temperatura o presión. La precipitación es la única "entrada" de los principales sistemas hidrológicos continentales que son las cuencas hidrográficas (Musy, 2005).

Según Cuadrat y Pita (1997), "El término precipitación expresa todas las formas de humedad caídas directamente sobre el suelo en estado líquido y sólido, aunque, en general, sólo la lluvia y la nieve desprendidas de las masas nubosas contribuyen de modo significativo a los totales pluviométricos". Las precipitaciones se clasifican según el mecanismo de ascenso que determina la condensación por enfriamiento adiabático, en los siguientes tipos: Ciclónicas o frontales: son aquellas que están asociadas a los frentes o borrascas. Conectivas: son aquellas relacionadas con las corrientes ascendentes y que suelen ser lluvias de tipo tormentoso. Orográficas: se producen cuando una masa de aire es forzada a ascender por encima de una barrera montañosa. Así mismo indica que principalmente en zonas áridas y semiáridas se logra tener gran importancia el agua que proviene de la condensación superficial, llamada precipitación oculta u horizontal, la cual puede ser provocada por condensación directa de las gotas sobre la superficie por rocío, goteo de niebla y el exudado de una planta, entre otros.

## 2.2.2. Mecanismos de Formación de Precipitaciones

Según Musy (2005) la formación de precipitaciones requiere la condensación del vapor de agua atmosférico. La saturación es una condición esencial para cualquier disparo de condensación. Varios procesos termodinámicos son capaces de saturar las partículas atmosféricas inicialmente insaturadas y hacer que se condensen:

- Saturación y condensación por enfriamiento isobárico (a presión constante).
- Saturación y condensación por expansión adiabática.
- Saturación y condensación mediante la adición de vapor de agua.
- Saturación por mezcla y turbulencia.

Sin embargo, la saturación no es una condición suficiente para la condensación; este último también requiere la presencia de núcleos de condensación (impurezas suspendidas en la atmósfera de diversos orígenes: hollín volcánico, cristales de arena, cristales de sal marina, mezclas industriales, contaminación) alrededor de los cuales se forman gotas o cristales. Cuando se satisfacen ambas condiciones, se produce condensación en los núcleos; Aparecen gotitas microscópicas, que aumentan a medida que continúa el ascenso, siendo esta la causa más frecuente de la saturación. Los núcleos de condensación actúan como un catalizador para la formación de gotitas de agua.

Para que haya precipitación es necesario que las gotas o los cristales que componen las nubes (los hidrometeoros) se transformen en gotas de lluvia. Este fenómeno está relacionado con el aumento de estos elementos cuya masa es suficiente para vencer las fuerzas de la agitación. Esta ampliación puede explicarse por los siguientes dos procesos:

- **El efecto de la coalescencia:** Hay aumento por choque y fusión con otras partículas. Debido a la dispersión de las velocidades, el movimiento del cristal ya sea en caída libre o por turbulencia, colisiona con las gotitas sobre enfriadas. La congelación de estos aumenta el volumen del cristal. Lo mismo ocurre con las gotas de más de 30 micrones de diámetro que chocan con gotas de menor diámetro. Este proceso provoca un rápido aumento en su tamaño y, por lo tanto, su masa aumenta su velocidad de caída.
- **El efecto Bergeron:** En la parte de la nube donde la temperatura es negativa, pero por encima de  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , coexisten cristales de hielo y gotas de agua sobreenfriadas (agua líquida con una  $T^{\circ} < 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , el agua pura no se solidifica a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , pero por debajo de  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Alrededor de un cristal de hielo, el aire está saturado a una tasa de humedad más baja que alrededor de una gota de agua enfriada en exceso. Debido a esta diferencia en la humedad, aparece una transferencia del vapor de agua de las gotitas a los cristales. Como resultado, las gotitas se evaporan mientras hay condensación alrededor de los cristales. Cuando la masa del cristal es suficiente, precipita. Si pasa por una región de temperatura positiva suficientemente gruesa (a menudo desde 300 m en nubes estables) y si la duración de la caída lo permite, se derrite y da lugar a la lluvia. El mismo proceso de ampliación se lleva a cabo entre dos gotas a diferentes temperaturas (el frío se hace más grande a expensas de las más calientes) (Musy, 2005).

### 2.2.3. Tipos de Precipitación

Existen diferentes tipos de precipitación: precipitación convectiva, precipitación orográfica y precipitación frontal:

- **Precipitación convectiva:** Son el resultado de un rápido aumento de las masas de aire en la atmósfera. Se asocian con cúmulos y nubes cumulonimbus, con un desarrollo vertical significativo, y por lo tanto son generados por el proceso de Bergeron. La precipitación resultante de este proceso suele ser tormentosa, de corta duración (menos de una hora), de alta intensidad y de pequeña extensión espacial.
- **Precipitación orográfica:** Como sugiere su nombre (del oros griego, montaña), este tipo de precipitación resulta de la reunión entre una masa de aire caliente y húmeda y una barrera topográfica particular. Por lo tanto, este tipo de precipitación no es "espacialmente móvil" y con frecuencia ocurre en el nivel de las cadenas montañosas. Las características de la precipitación orográfica dependen de la altitud, la pendiente y la orientación, pero también de la distancia entre el origen de la masa de aire caliente y la ubicación del levantamiento. En general, tienen una intensidad y frecuencia bastante regulares.
- **Precipitación frontal o ciclónica:** Se asocian con las superficies de contacto entre dos masas de aire de temperatura, gradiente térmico vertical, humedad y velocidad de movimiento, que se denominan "frentes". Los frentes fríos (una masa de aire frío que ingresa a una región cálida) crean precipitaciones breves, poco profundas e intensas. Debido

a una ligera pendiente del frente, los frentes cálidos (una masa de aire caliente que ingresa a una región ocupada por una masa de aire más fría) generan precipitaciones largas, generalizadas, pero no muy intensas (Musy, 2005).

#### **2.2.4. Formas de Precipitación**

La precipitación puede adquirir diversas formas como producto de la condensación del vapor de agua atmosférico, formado en el aire libre o en la superficie de la tierra, y de las condiciones locales, siendo las más comunes las que se detallan a continuación:

- **Llovizna:** En algunas regiones es más conocida como garúa, consiste en pequeñas gotas de agua líquida cuyo diámetro fluctúa entre 0.1 y 0.5 mm; debido a su pequeño tamaño tienen un asentamiento lento y en ocasiones parecen que flotarán en el aire. La llovizna usualmente cae de estratos bajos y rara vez excede de 1 mm/h.
- **Lluvia:** Es la forma de precipitación más conocida. Consiste de gotas de agua líquida comúnmente mayores a los 5 mm de diámetro. Según su intensidad pueden distinguirse:
  - Ligera: para tasas de caída de hasta 2,5 mm/h.
  - Moderada: desde 2,5 hasta 7,5 mm/h.
  - Fuerte: por encima de 7,5 mm/h.
- **Chaparrón o Aguacero:** Son precipitación de agua líquida o sólida, de extraordinaria intensidad, que comienzan y acaban bruscamente, con duración relativamente corta; o bien, varían violenta y rápidamente de

intensidad y coinciden con la alternancia brusca de cielo encapotado y amenazador, con claros de cielo azul o de nubes muy oscuras con otras muy claras (Segeer y Villodas, 1997).

- **Nieve:** Está compuesta de cristales de hielo, de forma hexagonal ramificada, y a menudo aglomerada en copos de nieve, los cuales pueden alcanzar varios centímetros de diámetro. Aparece cuando las masas de aire cargadas de vapor de agua se encuentran con otras cuya temperatura es inferior a 0 °C. La densidad relativa de la nieve recién caída varía sustancialmente, pero en promedio se asume como 0.1.
- **Granizo:** Es la precipitación en forma de bolas de hielo, producida por nubes convectivas. El granizo se forma a partir de partículas de hielo que, en sus desplazamientos por la nube, van “atrapando” gotas de agua. Las gotas se depositan alrededor de la partícula de hielo. Los granizos pueden ser esferoidales, cónicos o irregulares en forma, y su tamaño varía desde 5 hasta 125 mm de diámetro, pudiendo llegar a destrozar cosechas.

### 2.2.5. Lluvia Ácida

Según Mendez (2010) es un efecto regional de la contaminación, siendo actualmente uno de los más preocupantes junto con el agujero de la capa de ozono. La lluvia no contaminada posee un pH mínimamente ácido, concretamente sería 5,6 a unos 15 °C. Dicha lluvia puede arrastrar iones de hidrógeno que cambian su pH por debajo de 5,6, así a la lluvia se le añade el

sufijo “ácida”, que caracterizará a este tipo de precipitaciones. Se forma debido a que la humedad del aire se combina con óxidos (de nitrógeno y azufre), emitidos por las industrias, las centrales eléctricas, automóviles y productos procedentes del petróleo. Cuando llueve, dichas sustancias convertidas en ácido sulfúrico y ácido nítrico caen junto al agua de lluvia, formando la lluvia ácida.

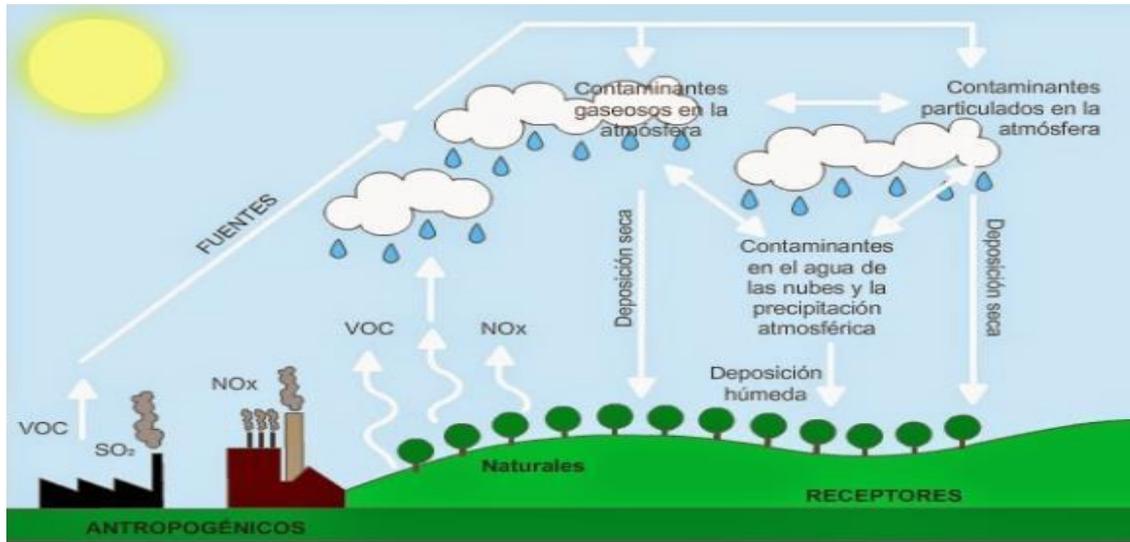
### **Los agentes causantes de la lluvia ácida**

La acidez de la lluvia es debida a la emisión relativa de  $\text{SO}_2$  y  $\text{NO}_x$ , de las centrales térmicas y de los automóviles. Dichos productos interactúan con la luz solar, la humedad y los oxidantes atmosféricos (generalmente radicales hidroxilos,  $\text{OH}^-$ ), dando como productos ácido sulfúrico y ácido nítrico (también en menor proporción, ácido clorhídrico y ácidos orgánicos). Estos contaminantes, de tipo secundario, pueden permanecer varios días en la atmósfera, pudiendo ser transportados, produciéndose entonces una contaminación transfronteriza, cayendo al suelo en forma de lluvia ácida. La deposición puede ser también de tipo seco, siendo ésta tan dañina como la húmeda.

El transporte de la lluvia ácida está condicionado por la circulación atmosférica, y puede verse frenada por los cationes tipo  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , y también  $\text{NH}_4^+$ , que básicamente proceden de la evaporación en los océanos. Es por esto que la lluvia ácida se transporta casi siempre en el mismo continente y se ve frenada en los océanos. Las altas chimeneas que se utilizan con el fin de evitar la contaminación local proyectan los contaminantes a niveles donde pueden ser fácilmente transportados por el viento en regiones y países distintos de los de origen.

**Figura 1**

**Formación de acidez atmosférica y la deposición**



Fuente: (Tovar y Ojuela, 2017).

Según Garcés y Hernández (2004) el término lluvia ácida comprende tanto a la precipitación, depósito, deposición, depositación húmeda de sustancias ácidas disueltas en el agua lluvia, nieve y granizo, como a la precipitación o depositación seca, por la cual los aerosoles o compuestos gaseosos ácidos son depositados como cenizas, hollín o como gases en el suelo, en las hojas de los árboles y en las superficies de los materiales. En realidad, estas partículas no tienen carácter ácido mientras están en la atmósfera, pero cuando entran en contacto con la neblina, el rocío o el agua superficial, se convierten en ácidos y tienen efectos similares a los de la precipitación húmeda. El origen de compuestos como los óxidos de azufre y de nitrógeno puede aparecer por efecto natural o antropogénico. Las fuentes naturales comprenden emisiones volcánicas, tormentas eléctricas, biomasa, actividad microbiana, entre otros. Las fuentes antropogénicas corresponden a las emisiones de fuentes fijas provenientes de plantas industriales de combustibles fósiles como carbón y petróleo y fuentes móviles, representadas

principalmente por las emisiones de los motores de combustión interna de los vehículos de transporte. Cuando ciertas sustancias como los óxidos de azufre y de nitrógeno entran en la atmósfera, pueden ser desplazados por el viento miles de kilómetros antes de retomar a la superficie terrestre. Su tiempo de permanencia en la atmósfera depende de los procesos físicos de dispersión, transporte y deposición. Cuanto más tiempo permanezcan estos óxidos en la atmósfera, es más probable que se transformen en sustancias de carácter ácido. El pH es el símbolo que utiliza la química para medir la acidez o alcalinidad de las soluciones. La lluvia ácida tiene un pH inferior a 5,6 y puede ir hasta 2,5 y excepcionalmente a 1,0.

#### **2.2.6. Calidad del Agua**

La calidad del agua se define como el conjunto de características del agua que pueden afectar su adaptabilidad a un uso específico, la relación entre esta calidad del agua y las necesidades del usuario. También la calidad del agua se puede definir por sus contenidos de sólidos y gases, ya sea que estén presentes en suspensión o en solución (Cajahuaman y Vasquez, 2022).

La evaluación de la calidad del agua es un proceso de enfoque múltiple que estudia la naturaleza física, química y biológica del agua con relación a la calidad natural, efectos humanos y acuáticos relacionados con la salud (Mejía, 2005).

Hablar de calidad del agua siempre conlleva a integrar el factor de su utilización para una correcta ponderación de dicha calidad, dado que sus características de composición pueden indicar que son aptas para algunos usos determinados y excluyentes para otros, de modo que se presta menos

fácilmente a todas o algunas de las utilizaciones para las que podría servir en su estado natural (Pezo, 2018).

## **2.3. Definiciones de Términos Básicos**

### **2.3.1. Precipitación**

Se llaman precipitaciones, todas las aguas meteóricas que caen sobre la superficie de la tierra, tanto en forma líquida (llovizna, lluvia, lluvia) como en forma sólida (nieve, bolitas de hielo, granizo) y precipitaciones ocultas o depositadas (rocío, escarcha). Son causados por un cambio de temperatura o presión. La precipitación es la única "entrada" de los principales sistemas hidrológicos continentales que son las cuencas hidrográficas (Musy, 2005).

### **2.3.2. Límites Máximos Permisibles**

Es la medida de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan al efluente o una emisión, que al ser excedido causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente (Méndez, Ramos y Arce, 2015).

### **2.3.3. pH**

El pH es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculando el número iones hidrógeno presentes. Se mide en una escala a partir de 0 a 14, en la escala 7, la sustancia es neutra. Los valores de pH por debajo de 7 indican que una sustancia es ácida y los valores de pH por encima de 7

indican que es básica. Cuando una sustancia es neutra el número de los átomos de hidrógeno y de oxhidrilos son iguales. Cuando el número de átomos de hidrógeno (H<sup>+</sup>) excede el número de átomos del oxhidrilo (OH<sup>-</sup>), la sustancia es ácida (Alva y Díaz, 2019).

#### **2.3.4. Temperatura**

La temperatura del agua es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, así como la aptitud del agua para ciertos usos útiles. La temperatura es un indicador de la calidad del agua, que influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico, como el pH, el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas (Carrillo, 2019).

#### **2.3.5. Turbidez**

La turbidez del agua es producida por materias en suspensión, como arcillas, cieno o materias orgánicas e inorgánicas finamente divididas, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton, sedimentos procedentes de la erosión y microorganismos, el tamaño de estas partículas varía desde 0,1 a 1.000 nm (nanómetros) de diámetro. La turbidez se utiliza para indicar la calidad del agua y la eficiencia de la filtración para determinar si hay presencia de organismos que provocan enfermedades. La materia suspendida en el agua absorbe la luz, haciendo que el agua tenga un aspecto nublado. Esto se llama turbidez. La turbidez se puede medir con varias diversas técnicas, esto

demuestra la resistencia a la transmisión de la luz en el agua.

### **2.3.6. Sólido Disueltos Totales**

Indica que comprenden las sales inorgánicas (principalmente de calcio, magnesio, potasio y sodio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos) y pequeñas cantidades de materia orgánica que están disueltas en el agua (Davila y Inuma, 2018).

### **2.3.7. Conductividad**

La conductividad a una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas, así como la temperatura de la medición (DIGESA, 2010).

### **2.3.8. Lluvia ácida**

Lluvia ácida comprende tanto a la precipitación, depósito, deposición, depositación húmeda de sustancias ácidas disueltas en el agua lluvia, nieve y granizo, como a la precipitación o depositación seca, por la cual los aerosoles o compuestos gaseosos ácidos son depositados como cenizas, hollín o como gases en el suelo, en las hojas de los árboles y en las superficies de los materiales. En realidad, estas partículas no tienen carácter ácido mientras están en la atmósfera, pero cuando entran en contacto con la neblina (Garcés y Hernández, 2004).

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo de Investigación**

Por su finalidad fue de tipo básico; por su profundidad y objetivo fue descriptivo, por su tratamiento de datos fue cuantitativo.

El tipo de investigación fue Descriptivo porque busca describir fenómenos, situaciones, contextos y eventos; esto es, detallar cómo es y se manifiestan. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas (Hernández, Fernández y Baptista, 2007).

El tipo de metodología fue cuantitativa porque se recogieron y se analizaron datos cuantitativos sobre variables. Estos datos vienen a ser los que se obtuvieron de los análisis de las muestras de agua de lluvias directa e indirecta.

#### **3.2. Población y Muestra**

##### **3.2.1. Población**

En el presente estudio, la población ha sido determinada como el número de viviendas que tienen cobertura de calamina en la zona urbana de los distritos

de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay; ubicadas en la provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali. Tal como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 1**

***Número de viviendas con cobertura de calamina en Pucallpa***

<b>DISTRITO</b>	<b>NÚMERO DE VIVIENDAS</b>
Campo Verde	3332
Manantay	16726
Yarinacocha	19844
Casas Total	39902

Fuente: INEI (2017).

Según la Estación Meteorológica de la Universidad Nacional de Ucayali – UNU tomadas durante los años 2003-2021, tal como se muestra en la tabla 2. Se reporta para la zona una temperatura media anual de 26.9 °C, con una temperatura media máxima de 31.7 °C y una temperatura media mínima de 22.2 °C. Tiene una precipitación total anual promedio de 1858.6 mm, y la humedad relativa promedio es de 83.8%.

Los datos de la estación meteorológica fueron importantes para el desarrollo de la investigación ya que nos permitió identificar las variaciones y comportamientos de variables como la Temperatura, la Precipitación y la Humedad Relativa.

**Tabla 2**

***Datos Climáticos de Temperatura, Precipitación y la Humedad Relativa de la Estación Meteorológica de la Universidad Nacional de Ucayali – UNU (Registro: 2003-2021)***

Meses	Temperatura(°C)			Precipitación (mm)	Humedad Relativa (%)
	Max.	Med.	Min.		
<b>Enero</b>	31.8	27.1	22.9	177.0	83.8
<b>Febrero</b>	30.8	26.9	22.8	217.5	85.5
<b>Marzo</b>	31.2	27.1	22.9	213.5	85.6
<b>Abril</b>	31.6	27.2	22.7	199.0	80.5
<b>Mayo</b>	31.2	26.6	21.9	126.1	85.1
<b>Junio</b>	31.1	26.6	21.3	96.7	85.2
<b>Julio</b>	30.2	26.2	19.9	63.9	81.7
<b>Agosto</b>	32.5	25.0	21.1	66.8	82.3
<b>Setiembre</b>	33.1	26.8	21.9	97.7	82.6
<b>Octubre</b>	32.8	27.6	22.7	158.5	84.3
<b>Noviembre</b>	32.5	27.7	22.9	188.9	84.7
<b>Diciembre</b>	32.0	27.7	23.0	253.0	83.6
<b>Total/Prom.</b>	<b>31.7</b>	<b>26.9</b>	<b>22.2</b>	<b>1858.6</b>	<b>83.8</b>

Fuente: Estación Meteorológica de la Universidad Nacional de Ucayali – UNU (Pucallpa).

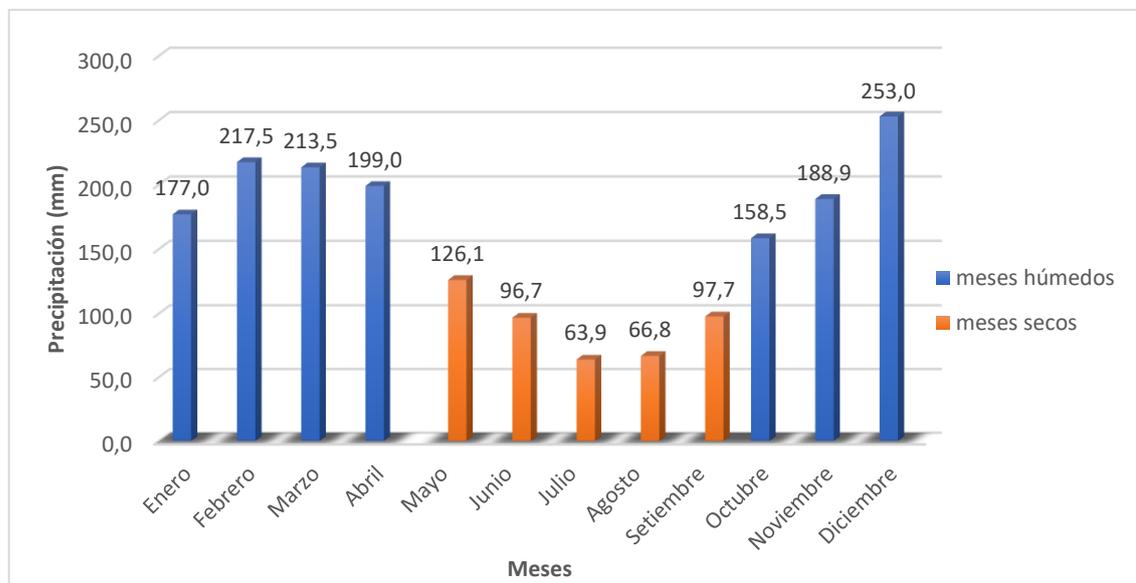
Por otra parte, la precipitación representa el parámetro climático más relevante en los trópicos húmedos, por lo que los datos recogidos a lo largo del año establecen la existencia de temporadas: seca y húmeda. En tal caso, los meses del año que arrojan menos de 150 mm de media mensual de precipitación se les clasifica como meses secos y cuando superan esa media de precipitación se le clasifica como meses húmedos.

De acuerdo con la información de los datos registrados entre 2003 al 2021 por la Estación Meteorológica de la Universidad Nacional de Ucayali – UNU

como se muestra en la Figura 2, se indica que los meses más lluviosos que vendrían a ser la temporada húmeda, que son los meses de enero, febrero, marzo, abril, octubre, noviembre y diciembre, superando los 150 mm de precipitación. Por otro lado, los meses menos lluviosos que vendrían a ser la temporada seca, que son los meses de mayo, junio, julio, agosto y setiembre, estando por debajo de los 150 mm de precipitación.

**Figura 2**

***Precipitación (mm). Estación Meteorológica de la Universidad Nacional de Ucayali – UNU (Registro: 2003-2021)***



Fuente: Estación Meteorológica de la Universidad Nacional de Ucayali – UNU (Pucallpa).

### 3.2.2. Muestra

El tipo de muestreo fue No Probabilístico; en este tipo de muestreo se seleccionan los elementos de la muestra y se basa en juicios que provienen de la experiencia, habilidad y criterios del investigador; el investigador escoge intencionalmente sus unidades de estudio, por estas razones se evaluaron 3 muestras por cada distrito de manera directa y 3 muestras por cada distrito de

manera indirecta (calaminas) y haciendo un total de 18 muestras como objeto de estudio (Robles, 2020).

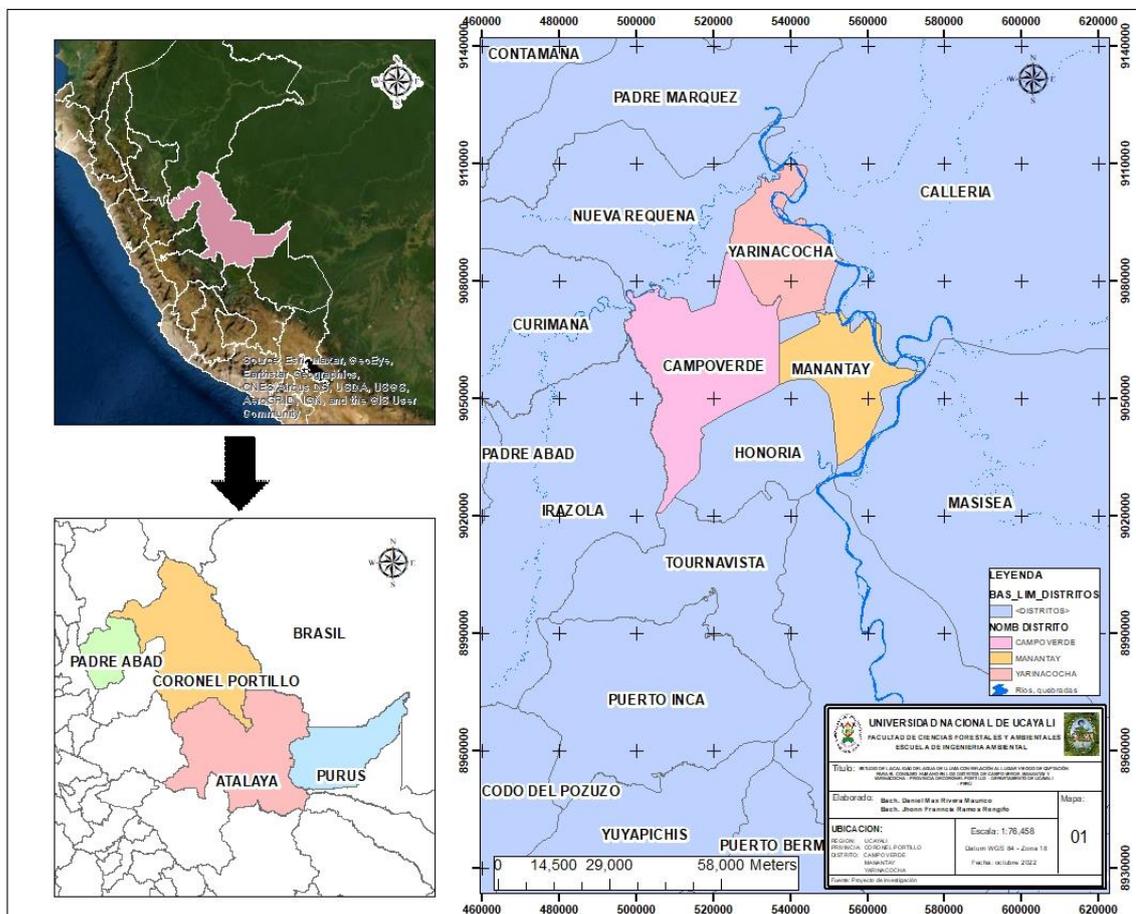
### 3.3. Lugar de Ensayos Experimentales

#### 3.3.1. Ubicación de los Puntos de Recolección

La investigación se llevó a cabo en la ciudad de Pucallpa y la ubicación de las muestras se encuentran ubicadas en la zona urbana de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay en la provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali.

Figura 3

Mapa de ubicación de la zona de estudio



### 3.4. Instrumentos para la Recolección de Datos

Los instrumentos y/o equipos portátiles que se utilizaron para la medición de los parámetros de las muestras Directas e Indirectas fueron:

- **Multiparámetro:** Se usó para medir el pH, Conductividad y ppm.
- **Cadena de custodia (Formato de llenado de resultados de campo):** Se recogió los datos del multiparámetro en la cual se evaluó el ppm, conductividad, pH y se apuntaron coordenadas. dicho formato fue elaborado por los investigadores de la tesis y fue llenado en campo y el ambiente tuvo que estar despejado de árboles.
- **Muestreadores:** Se usó Frascos de vidrio para la recolección de las muestras de agua de lluvia Directa e Indirecta de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay.
- **Neveras de icopor o poliuretano con suficientes bolsas de hielo para mantener una temperatura cercana a 4 °C:** Se usó para el traslado de las muestras de agua de lluvia Directa e Indirecta al laboratorio donde se realizaron los análisis para determinar los parámetros considerados en este trabajo de investigación.
- **Guantes:** Se usó para no contaminar las muestras de agua de lluvia directa e indirecta.
- **Bata:** Se usó para no contaminar las muestras de agua de lluvia directa e indirecta.
- **Mascarilla:** Se usó para no contaminar las muestras de agua de lluvia directa e indirecta.

### 3.5. Procedimientos de Recolección de Datos

Se identificaron 9 puntos de muestreo (casas) para recolectar las muestras de lluvia. Previamente se conversó con los dueños de las casas para que nos brinden el permiso y podamos ubicar nuestro punto recolector y así poder coleccionar las muestras que se encuentran dentro de su terreno. Se encontraron divididos en 3 distritos de la provincia de Coronel Portillo y fueron las siguientes:

- **Distrito de Campo Verde:** Se ubicaron 3 puntos de muestreo directos e indirectos y cuya zona cuenta con una temperatura anual que varía de 20 °C a 32 °C y rara vez baja a menos de 18 °C. El modo de recolección de las aguas de lluvia forma Directa, se dio poniendo un frasco de vidrio en una plataforma con 1.20 metros de altura y en el caso de la recolección de las muestras de agua de lluvia Indirecta se esperó que lloviese para acercarnos al techo de calaminas de la casa para recolectarlos con los frascos de vidrio.
- **Distrito de Yarinacocha:** Se ubicaron 3 puntos de muestreo directos e indirectos y cuya zona cuenta con una temperatura anual es de 27 °C. El modo de recolección de las aguas de lluvia forma directa, se dio poniendo un frasco de vidrio en una plataforma con 1.20 metros de altura y en el caso de la recolección de las muestras de agua de lluvia Indirecta se esperó que lloviese para acercarnos al techo de calaminas de la casa para recolectarlos con los frascos de vidrio.

- **Distrito Manantay:** Se ubicaron 3 puntos de muestreo directos e indirectos y cuya zona cuenta con una temperatura anual es de 27 °C. El modo de recolección de las aguas de lluvia forma Directa, se dio poniendo un frasco de vidrio en una plataforma con 1.20 metros de altura y en el caso de la recolección de las muestras de agua de lluvia Indirecta se esperó que lloviese para acercarnos al techo de calaminas de la casa para recolectarlos con los frascos de vidrio.

**Tabla 3**  
**Número de puntos de muestreo**

DISTRITO	DIRECTO	INDIRECTO
Campo Verde	3	3
Manantay	3	3
Yarinacocha	3	3
Población Total	9	9

Luego de identificar los 9 puntos de muestreo, se procedió a comprar los materiales necesarios para la respectiva recolecta de las muestras de lluvia y una vez recolectado fueron trasladados a la ciudad de Pucallpa, a un laboratorio para su respectivo análisis.

### 3.5.1. Técnicas de Campo

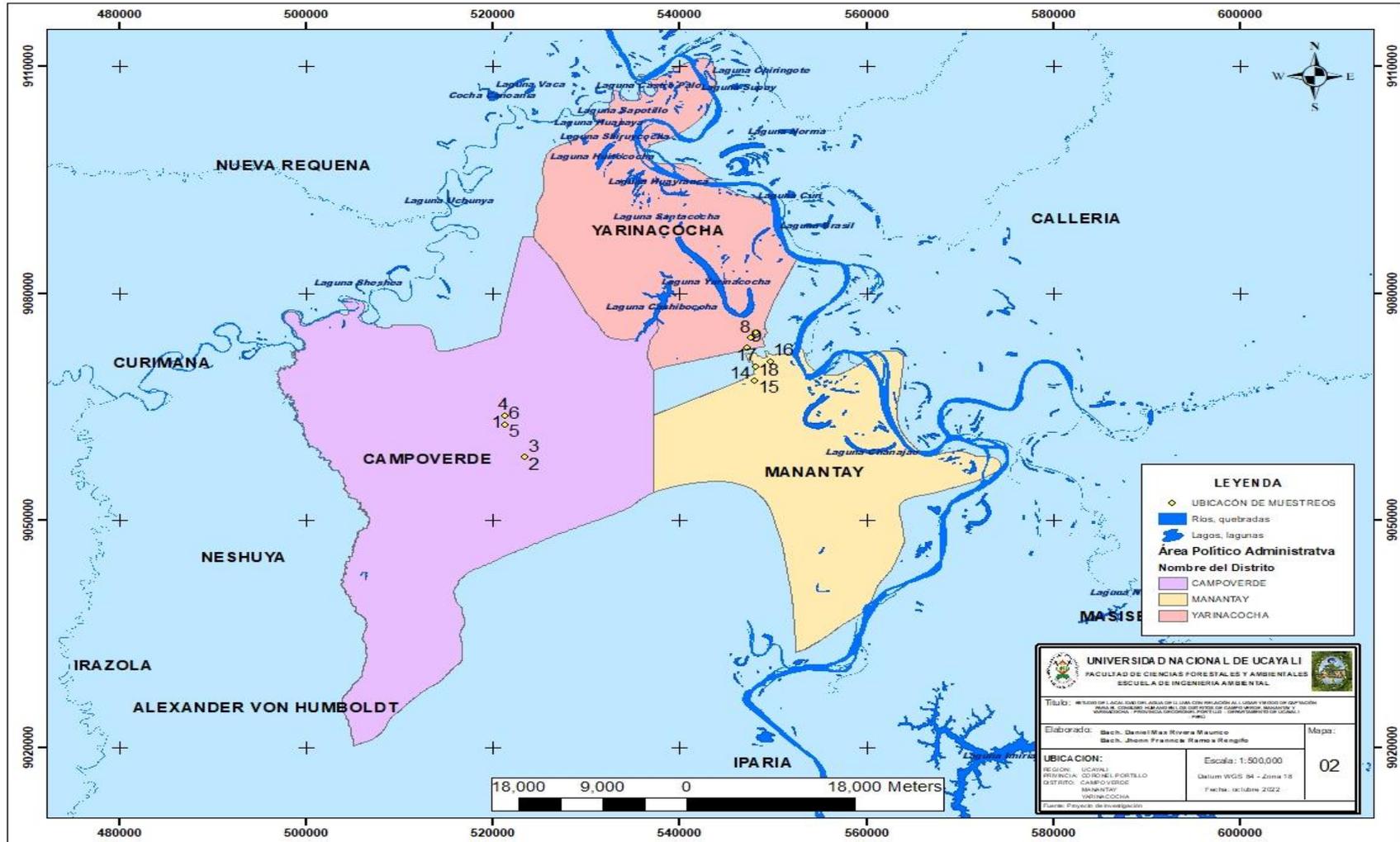
Los puntos de muestreo ubicados en los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay; se georreferenciaron con un GPS y fue configurado con el sistema de coordenadas cartográficas WGS 84, seguidamente se procedió a descargar la información registrada en campo con el GPS, como también se registró las direcciones de los puntos de muestreo (viviendas).

**Tabla 4*****Ubicación de los puntos de muestreo***

<b>Distrito</b>	<b>Tipo de muestra</b>	<b>Ubicación/casa</b>	<b>Coordenadas</b>
<b>Campo Verde</b>	Directa	1	X: 521224 Y: 9063806
		2	X: 523295 Y: 9058311
		3	X: 523295 Y: 9058310
	Indirecta	4	X:521217 Y:9063809
		5	X:521213 Y:9062617
		6	X:521247 Y:9062619
<b>Yarinacocha</b>	Directa	7	X: 548062 Y:9074760
		8	X:547640 Y:9074067
		9	X:547187 Y:9072803
	Indirecta	10	X:548064 Y:9074757
		11	X:547637 Y:9074059
		12	X:547188 Y:9072805
<b>Manantay</b>	Directa	13	X:549663 Y:9070928
		14	X:548104 Y:9070306
		15	X:547979 Y:9068397
	Indirecta	16	X:549664 Y:9070932
		17	X:548096 Y:9070309
		18	X:547974 Y:9068399

Figura 4

Mapa de ubicación de puntos de muestreo de agua de lluvia en los distritos



**Punto de muestreo del distrito de Campo Verde para la toma de agua de lluvia de manera directa e indirecta**

Aquí nos encontrábamos grabando las coordenadas del punto de ubicación de muestreo.

**Figura 5**

***Identificación de coordenadas de los puntos de muestreo directo en Campo Verde***



**Figura 6**

***Medición de la altura del punto de muestreo directo en el distrito de Campo Verde***



El punto de muestreo de Campo Verde directo tiene una altura de 1.20 metros y el punto de muestreo indirecto igual.

### **Puntos de muestreo del distrito de Yarinacocha para la toma de agua de lluvia de manera directa e indirecta**

Aquí nos encontrábamos instalando y midiendo el punto de ubicación de muestreo.

#### **Figura 7**

#### ***Medición e Instalación del punto de muestreo en el distrito de Yarinacocha***



### **Puntos de muestreo del distrito de Manantay para la toma de agua de lluvia de manera directa e indirecta**

Aquí nos encontrábamos Instalando el punto de ubicación de muestreo directo.

**Figura 8**

***Identificación de punto de muestreo directo en Manantay***



**Figura 9**

***Medición de la altura del punto de muestreo directo***



## Muestras

Ubicamos los puntos de muestreo de agua de lluvia, identificando puntos de muestras directas e indirectas, obteniéndose que en Campo Verde se tuvo 3 muestras directas y 3 muestras indirectas, haciendo un total de 6 muestras en dicho distrito; y en el distrito de Yarinacocha se tuvo 3 muestras directas y 3 muestras indirectas, haciendo un total de 6 muestras; de igual manera en el distrito de Manantay se tuvo 3 muestras directas e indirectas, haciendo un total de 6 muestras. Y el número de muestras entre los 3 distritos fue de 18 puntos.

## Esterilización de frascos y embudos a usar para la captación de aguas de lluvias

La esterilización se llevó a cabo para eliminar la suciedad, como también se produjo la eliminación de todas las formas de vida microbiana como virus, bacterias, hongos y protozoos. Ya que estos podrían alterar los resultados.

- **Lavado de los frascos:** Se procedió a lavar los frascos con agua fría, para luego ser llevado a secar.

### Figura 10

#### *Lavado de frascos*



- **Horno para la esterilización:** Luego de ser lavado los frascos se procedió a la esterilización en el horno a una 105 T°, durante 3 horas.

**Figura 11**

***Frascos llevados al horno de esterilización***



- **Envuelto en papel kraft:** Después de la esterilización se continuó a envolverlos en papel Kraft, para luego ser guardado en un lugar seguro para poder tener un control microbiológico.

**Figura 12**

***Frascos envueltos en papel Kraft***



### 3.5.2. Toma de Muestras de Agua de Lluvia

Se instaló frascos de vidrio (esterilizados) de unos 250 mililitros de capacidad a la intemperie con unos embudos para la recolección de mayor cantidad de aguas de lluvia, a una altura de 1.20 m aproximadamente del suelo a la boca del envase, alejados de cualquier estructura física que impida o altere la recolección de las muestras.

#### Captación de manera directa

Se instalaron unos frascos de vidrio (esterilizados) de unos 250 mililitros de capacidad a la intemperie con unos embudos para la recolección de mayor cantidad de aguas de lluvia, a una altura de 1,20 m del suelo a la boca del envase, alejados de cualquier estructura física que impida o altere la recolección de las muestras.

**Figura 13**

***Toma de muestra directa***



### **Captación de manera indirecta**

Se instalaron unos frascos de vidrio (esterilizados) de un litro de capacidad bajo el chorreo de agua de las calaminas con unos embudos para la recolección de mayor cantidad de aguas de lluvia, a una altura de 1,20 m del suelo a la boca del envase, alejados de cualquier estructura física que impida o altere la recolección de las muestras.

**Figura 14**

#### ***Toma de muestra indirecta***



### **Recolección de muestras de agua de lluvia del distrito de Campo Verde directo e indirecto**

Una vez concluida la lluvia, salimos de inmediato para recolectar el agua que vendría ser nuestra muestra.

**Figura 15**

***Captación de aguas de lluvia de manera Indirecta en el distrito de Campo Verde***



**Figura 16**

***Captación de aguas de lluvia de manera Indirecta en el distrito de Campo Verde***



**Recolección de muestras de agua de lluvia del distrito de Yarinacocha directo e indirecto**

Recolección de las aguas de lluvias de manera directa e indirecta del distrito de Yarinacocha para luego realizar la medición de campo con el multiparámetro.

**Figura 17**

***Captación de aguas de lluvia de manera directa del distrito de Yarinacocha***



**Figura 18**

***Captación de aguas de lluvia de manera Indirecta en el distrito de Yarinacocha***



Recolección de muestras de agua de lluvia del distrito de Manantay de toma directa e indirecta

**Figura 19**

***Captación de aguas de lluvia de manera directa del distrito de Manantay***



**Figura 20**

***Captación de aguas de lluvia de manera indirecta del distrito de Manantay***



### **3.5.3. Análisis de Muestras**

Una vez recopilado las muestras de los diferentes distritos se procedió a realizar mediciones *in situ* de algunos parámetros tales como el pH, Temperatura, Sólidos disueltos totales y conductividad para luego prepararlo y enviarlo al laboratorio, en donde se podrá analizar los diversos parámetros.

### **3.5.4. Técnicas de Laboratorio**

#### **3.5.4.1 Análisis Físicos y Químicos**

##### **Calibración del Equipo**

Se alquiló los instrumentos de medición que se utilizaron en los análisis físicos y químicos.

##### **Análisis Físicoquímicos**

Con los equipos previamente calibrados se llevó a cabo la toma de los siguientes datos:

- Temperatura
- Conductividad eléctrica
- pH
- Sólidos disueltos totales

## **Análisis fisicoquímicos de las muestras de agua de lluvia del distrito de Campo Verde de toma directa e indirecta**

Equipo multiparámetro con certificado de calibración TC – 01526-2021;  
Se procedió a la medición de los parámetros tales como Temperatura, Conductividad eléctrica, pH y Sólidos disueltos totales.

### **Figura 21**

***Medición de los parámetros de las muestras directas e indirectas de agua de lluvia del distrito de Campo Verde con el multiparámetro.***



**Figura 22**

***Rotulación de las muestras directas e indirectas de agua de lluvia del distrito de Campo Verde***



**Análisis fisicoquímicos de las muestras de agua de lluvia del distrito de Yarinacocha de toma directa e indirecta**

Se procedió a la medición de los parámetros tales como Temperatura, Conductividad eléctrica, pH y Sólidos disueltos totales. Para luego realizar la respectiva rotulación.

**Figura 23**

***Medición de los parámetros de las muestras directas e indirectas de agua de lluvia del distrito de Yarinacocha con el multiparámetro***



**Figura 24**

***Rotulación de las muestras directas e indirectas de agua de lluvia del distrito de Yarinacocha***



**Análisis fisicoquímicos de las muestras de agua de lluvia del distrito de Manantay de toma directa e indirecta**

Se procedió a la medición de los parámetros tales como Temperatura, Conductividad eléctrica, pH y Sólidos disueltos totales. Para luego realizar la respectiva rotulación.

**Figura 25**

***Medición de los parámetros de las muestras directas e indirectas de agua de lluvia del distrito de Manantay con el multiparámetro***



**Figura 26**

***Rotulación de las muestras directas e indirectas de agua de lluvia del distrito de Manantay***



Una vez realizado la toma de muestras *in situ*, se llevó a cabo la rotulación y empacado en Cooler, para posteriormente ser enviado al laboratorio.

- Cloro residual libre
- Sulfato
- Nitrato
- Hierro
- Amoniaco
- Aluminio

#### **3.5.4.2 Análisis Microbiológicos**

Una vez recolectado las muestras en campo, las muestras fueron trasladadas al laboratorio en el menor tiempo posible.

- Coliformes totales
- Coliformes termotolerantes

### **3.5.5. Tratamiento de Datos**

Además, las muestras de agua que se tomaron fueron analizadas en el laboratorio y posteriormente fueron comparadas con los límites máximos permisibles de los parámetros Microbiológicos y de calidad organoléptica, según el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (DS N° 031-2010-SA) ya que en el Perú no se cuenta con normativa para aguas procedentes de lluvia.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Resultados**

**Se determinó la calidad de las aguas de lluvia con relación al lugar y modos de captación para el consumo humano en los distritos de Campo Verde, Manantay y Yarinacocha**

El recojo de muestras de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Manantay y Yarinacocha se realizó directa, en los recipientes que se utilizaron como captadores. A continuación, se muestra en la tabla 5 los parámetros analizados.

**Tabla 5****Resultado del análisis de la calidad de las aguas de lluvia directa**

Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	D.S.031-2010-SA-LMP	Punto de Muestra	Directa		
					Campo Verde $\bar{X}$	Yarinacocha $\bar{X}$	Manantay $\bar{X}$
pH	H+	0.1	6.5 a 8.5	CASAS	6.3	6.5	6.3
Conductividad	Us/cm <sup>2</sup>	0.1	1500	CASAS	13.3	17.0	14.0
Sólidos totales disueltos	ppm	0.1	1500	CASAS	29.6	24.4	19.9
Temperatura	°C	0.1	27	CASAS	24.3	25.2	24.1
Turbiedad	UNT	0.1	5	CASAS	0.6	0.5	0.6
Cloro libre	mg/L	0.01	250	CASAS	<0.01	<0.01	<0.01
Dureza	mg/L	9	500	CASAS	<10	<10	<10
Aluminio	mg/L	0.01	0.2	CASAS	<0.01	<0.01	<0.01
Hierro	mg/L	0.001	0.3	CASAS	<0.01	<0.01	<0.01
Cobre	mg/L	0.01	2.0	CASAS	<0.01	<0.01	<0.01
Amoniaco	mg/L	0.1	1.5	CASAS	<0.1	<0.1	<0.1
Sulfato	mg/L	0.1	250	CASAS	<0.1	<0.1	<0.1
Nitratos	mg/L	0.1	50.00	CASAS	<0.1	<0.1	<0.1
Coliformes totales	UFC/10 ml UFC/10 ml UFC/10 ml	1	0	CASAS	<1	<1	<1
Coliformes termo tolerantes	UFC/10 ml UFC/10 ml UFC/10 ml	1	0	CASAS	<1	<1	<1

En las tomas de las muestras directas los niveles de pH en los distritos se encuentran dentro de los 6.3 a 6.5 de promedios lo que representa un pH ligeramente ácido, con una conductividad alrededor de 13.3 a 17  $\mu\text{mho/cm}$  en promedios, los sólidos totales disueltos alrededor de 19.9 a 29.6  $\text{mgL}^{-1}$  en promedios, con una temperatura alrededor de 24.1 a 25.2  $^{\circ}\text{C}$  en promedios, con una turbiedad alrededor de 0.5 a 0.6 UNT, con un cloro libre no mayor de  $<0.01$   $\text{mg/L}$  en promedios, con una dureza no mayor a  $<10$   $\text{mg/L}$  en promedios, con el Aluminio no mayor a  $<0.01$   $\text{mg/L}$  en promedios, con el Hierro no mayor a  $<0.01$   $\text{mg/L}$  en promedios, con el Cobre no mayor a  $<0.01$   $\text{mg/L}$  en promedios, con el Amoniaco no mayor a  $<0.1$   $\text{mg/L}$  en promedios, con el Sulfato no mayor a  $<0.1$   $\text{mg/L}$  en promedios, con los Nitratos no mayor a  $<0.1$   $\text{mg/L}$  en promedios, con 0 UFC/10 ml en promedios de la presencia de Coliformes Totales y la con 0 UFC/10 ml en promedios de la presencia de Coliformes Termotolerantes.

El recojo de muestras de agua de lluvia de los distritos de Campo verde, Manantay y Yarinacocha se realizó Indirecta, en los recipientes que se utilizaron como captadores. A continuación, se muestra en la tabla 6 los parámetros analizados.

**Tabla 6**

**Resultado del análisis de la calidad de las aguas de lluvia indirecta**

Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	D.S.031-2010-SA. LMP	Punto de Muestra	Indirecta				
					Campo Verde $\bar{X}$	Yarinacocha $\bar{X}$	Manantay $\bar{X}$		
pH	H+	0.1	6.5 a 8.5	CASAS	6.5	6.6	6.1		
Conductividad	Us/cm <sup>2</sup>	0.1	1500	CASAS	20.9	17.9	52.6		
Sólidos totales disueltos	ppm	0.1	1500	CASAS	42.3	36.2	48.7		
Temperatura	°C	0.1	27	CASAS	23.9	24.5	24.7		
Turbiedad	UNT	0.1	5	CASAS	2.2	1.9	2.5		
Cloro libre	mg/L	0.01	250	CASAS	<0.01	<0.01	<0.01		
Dureza	mg/L	9	500	CASAS	<10	<10	<10		
Aluminio	mg/L	0.01	0.2	CASAS	<0.01	<0.01	<0.01		
Hierro	mg/L	0.001	0.3	CASAS	<0.01	<0.01	<0.02		
Cobre	mg/L	0.01	2.0	CASA 2	<0.01	<0.01	<0.01		
Amoniaco	mg/L	0.1	1.5	CASAS	<0.1	<0.1	<0.1		
Sulfato	mg/L	0.1	250	CASAS	<0.1	<0.1	<0.1		
Nitratos	mg/L	0.1	50.00	CASAS	<0.1	<0.1	<0.1		
Coliformes totales	UFC/10 ml	1	0	CASAS	25.6	18.5	55.3		
	UFC/10 ml								
	UFC/10 ml								
Coliformes termo tolerantes	UFC/10 ml	1	0	CASAS	<1	<1	<1		

En las tomas de las muestras indirectas los niveles de pH en los distritos se encuentran dentro de los 6.1 a 6.6 de promedios lo que representa un pH ligeramente ácido, con una conductividad alrededor de 17.9 a 52.6  $\mu\text{mho/cm}$  en promedios, los sólidos totales disueltos alrededor de 36.2 a 48.7  $\text{mgL}^{-1}$  en promedios, con una temperatura alrededor de 23.9 a 24.7  $^{\circ}\text{C}$  en promedios, con una turbiedad alrededor de 1.9 a 2.5 UNT, con un cloro libre no mayor de  $<0.01$   $\text{mg/L}$  en promedios, con una dureza no mayor a  $<10$   $\text{mg/L}$  en promedios, con el Aluminio no mayor a  $<0.01$   $\text{mg/L}$  en promedios, con el Hierro entre  $<0.01$  a  $<0.02$   $\text{mg/L}$  en promedios, con el Cobre no mayor a  $<0.01$   $\text{mg/L}$  en promedios, con el Amoniaco no mayor a  $<0.1$   $\text{mg/L}$  en promedios, con el Sulfato no mayor a  $<0.1$   $\text{mg/L}$  en promedios, con los Nitratos no mayor a  $<0.1$   $\text{mg/L}$  en promedios, con 18.5 a 55.3 UFC/10 ml en promedios de la presencia de Coliformes Totales y la con 0 UFC/10 ml en promedios de la presencia de Coliformes Termotolerantes.

**Se determinó las propiedades microbiológicas de agua de lluvia con relación al lugar y modo de captación para el consumo humano, en los distritos de Campo Verde, Manantay y Yarinacocha**

El recojo de muestras de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Manantay y Yarinacocha se realizó directa, en los recipientes que se utilizaron como captadores. A continuación, se muestran en la tabla 7 los parámetros analizados.

**Tabla 7**

***Propiedades microbiológicas de las aguas de lluvia directa***

Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	D.S.031-2010-SA. LMP	Punto de muestra	Directa		
					Campo Verde $\bar{X}$	Yarinacocha $\bar{X}$	Manantay $\bar{X}$
Coliformes totales	UFC/10 ml	1	0	CASAS	<1	<1	<1
Coliformes termo tolerantes	UFC/10 ml	1	0	CASAS	<1	<1	<1

El recojo de muestras de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Manantay y Yarinacocha se realizó indirecta, en los recipientes que se utilizaron como captadores. A continuación, se muestran en la tabla 8 los parámetros analizados.

**Tabla 8**

***Propiedades microbiológicas de las aguas de lluvia indirecta***

Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	D.S.031-2010-SA. LMP	Punto de muestra	Indirecta		
					Campo Verde $\bar{X}$	Yarinacocha $\bar{X}$	Manantay $\bar{X}$
Coliformes totales	UFC/10 ml UFC/10 ml	1	0	CASAS	25.6	18.5	55.3
Coliformes termo tolerantes	UFC/10 ml UFC/10 ml	1	0	CASAS	<1	<1	<1

Según los resultados obtenidos en el laboratorio de acuerdo a la tabla 8, se da a conocer que hubo presencia de coliformes totales por que la toma fue recopilada de los techos de las diferentes casas, ya que en dichos techos posiblemente se depositaron restos orgánicos, partículas, y hasta incluso puede tener restos de heces de animales y otros.

**Se determinó las propiedades fisicoquímicas de agua de lluvia con relación al lugar y modo de captación en los distritos de Campo Verde, Manantay y Yarinacocha**

El recojo de muestras de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Manantay y Yarinacocha se realizó directa, en los recipientes que se utilizaron como captadores. A continuación, se muestran en la tabla 9 los parámetros analizados.

**Tabla 9**

***Propiedades fisicoquímicas del agua de lluvia directa***

Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	D.S.031-2010-SA. LMP	Punto de Muestra	Campo Verde $\bar{X}$	Directa Yarinacocha $\bar{X}$	Manantay $\bar{X}$
pH	H+	0.1	6.5 a 8.5	CASAS	6.3	6.5	6.3
Conductividad	Us/cm <sup>2</sup>	0.1	1500	CASAS	13.3	17.0	14.0
Sólidos totales disueltos	ppm	0.1	1500	CASAS	29.6	24.4	19.9
Temperatura	°C	0.1	27	CASAS	24.3	25.2	24.1
Turbiedad	UNT	0.1	5	CASAS	0.6	0.5	0.6
Cloro libre	mg/L	0.01	250	CASAS	<0.01	<0.01	<0.01
Dureza	mg/L	9	500	CASAS	<10	<10	<10
Aluminio	mg/L	0.01	0.2	CASAS	<0.01	<0.01	<0.01
Hierro	mg/L	0.001	0.3	CASAS	<0.01	<0.01	<0.01
Cobre	mg/L	0.01	2.0	CASAS	<0.01	<0.01	<0.01
Amónico	mg/L	0.1	1.5	CASAS	<0.1	<0.1	<0.1
Sulfato	mg/L	0.1	250	CASAS	<0.1	<0.1	<0.1
Nitratos	mg/L	0.1	50.00	CASAS	<0.1	<0.1	<0.1

El recojo de muestras de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Manantay y Yarinacocha se realizó indirecta, en los recipientes que se utilizaron como captadores. A continuación, se muestran en la tabla 10 los parámetros analizados.

**Tabla 10**

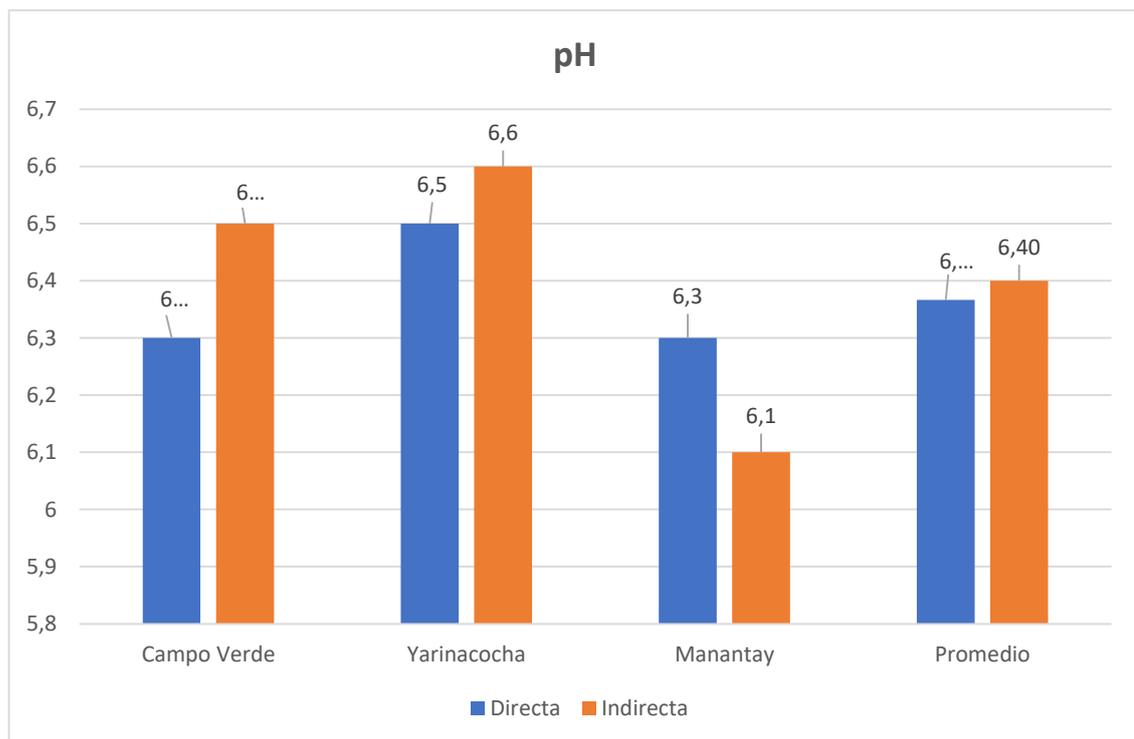
***Propiedades fisicoquímicas del agua de lluvia indirecta***

Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	D.S.031-2010-SA. LMP	Punto de Muestra	Indirecta		
					Campo Verde $\bar{X}$	Yarinacocha $\bar{X}$	Manantay $\bar{X}$
pH	H+	0.1	6.5 a 8.5	CASAS	6.5	6.6	6.1
Conductividad	Us/cm <sup>2</sup>	0.1	1500	CASAS	20.9	17.9	52.6
Sólidos totales disueltos	ppm	0.1	1500	CASAS	42.3	36.2	48.7
Temperatura	°C	0.1	27	CASAS	23.9	24.5	24.7
Turbiedad	UNT	0.1	5	CASAS	2.2	1.9	2.5
Cloro libre	mg/L	0.01	250	CASAS	<0.01	<0.01	<0.01
Dureza	mg/L	9	500	CASAS	<10	<10	<10
Aluminio	mg/L	0.01	0.2	CASAS	<0.01	<0.01	<0.01
Hierro	mg/L	0.001	0.3	CASAS	<0.01	<0.01	<0.02
Cobre	mg/L	0.01	2.0	CASAS	<0.01	<0.01	<0.01
Amónico	mg/L	0.1	1.5	CASAS	<0.1	<0.1	<0.1
Sulfato	mg/L	0.1	250	CASAS	<0.1	<0.1	<0.1
Nitratos	mg/L	0.1	50.00	CASAS	<0.1	<0.1	<0.1

Se comparó la calidad de agua de lluvia con relación al lugar y modo de captación para el consumo humano en los distritos de Campo Verde, Manantay y Yarinacocha

**Figura 27**

**Resultados de la calidad de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia del pH**



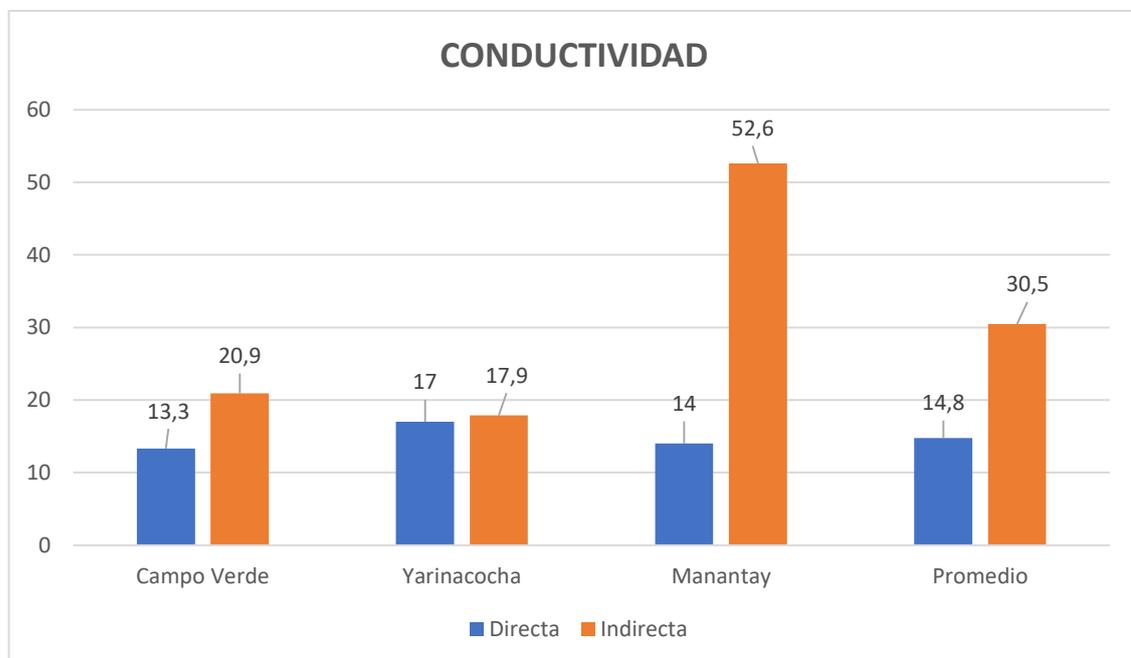
En la Figura 27 de los resultados de la calidad de agua de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia del pH, se puede resumir la siguiente información:

Para el parámetro de pH, el valor más alto del pH en la prueba Directa fue 6.5 (Yarinacocha) y más bajo 6.3 (Campo Verde y Manantay); en cuanto a la prueba Indirecta el valor de pH más alto fue 6.6 (Yarinacocha) y más bajo 6.1 (Manantay), de acuerdo a los valores de pH se consideran precipitaciones

neutras entre 6.5 y 8.5, El promedio de la muestra directa es de 6.37 (ligeramente ácido) y la muestra indirecta es de 6.4 (ligeramente ácido) considerando que no se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles del Decreto Supremo 031-2010 Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

**Figura 28**

***Resultados de la calidad de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia de la Conductividad***



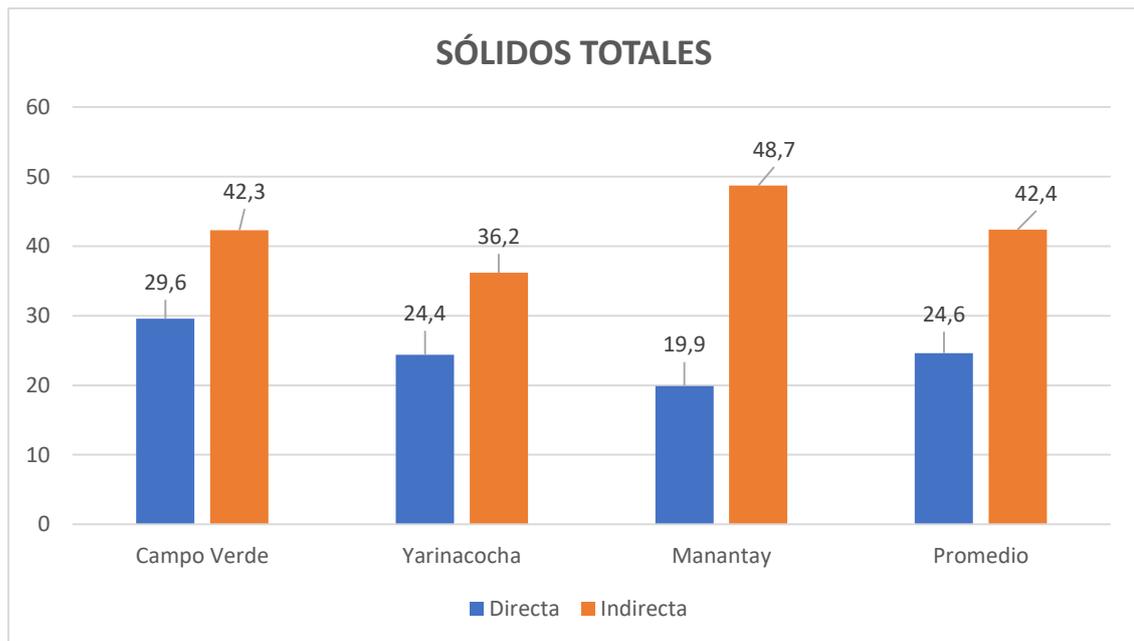
En la Figura 28 de los resultados de la calidad de agua de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia de la Conductividad, se puede resumir la siguiente información:

Para el parámetro de Conductividad, el valor más alto de Conductividad en la prueba Directa fue 17 (Yarinacocha) y más bajo 14 (Manantay); en cuanto a la prueba Indirecta el valor de Conductividad más alto fue 52.6 (Manantay) y más bajo 17.9 (Yarinacocha), de acuerdo a los valores de Conductividad es 1500

LMP, se considera que se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles del Decreto Supremo 031-2010 Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

**Figura 29**

***Resultados de la calidad de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia de sólidos totales***

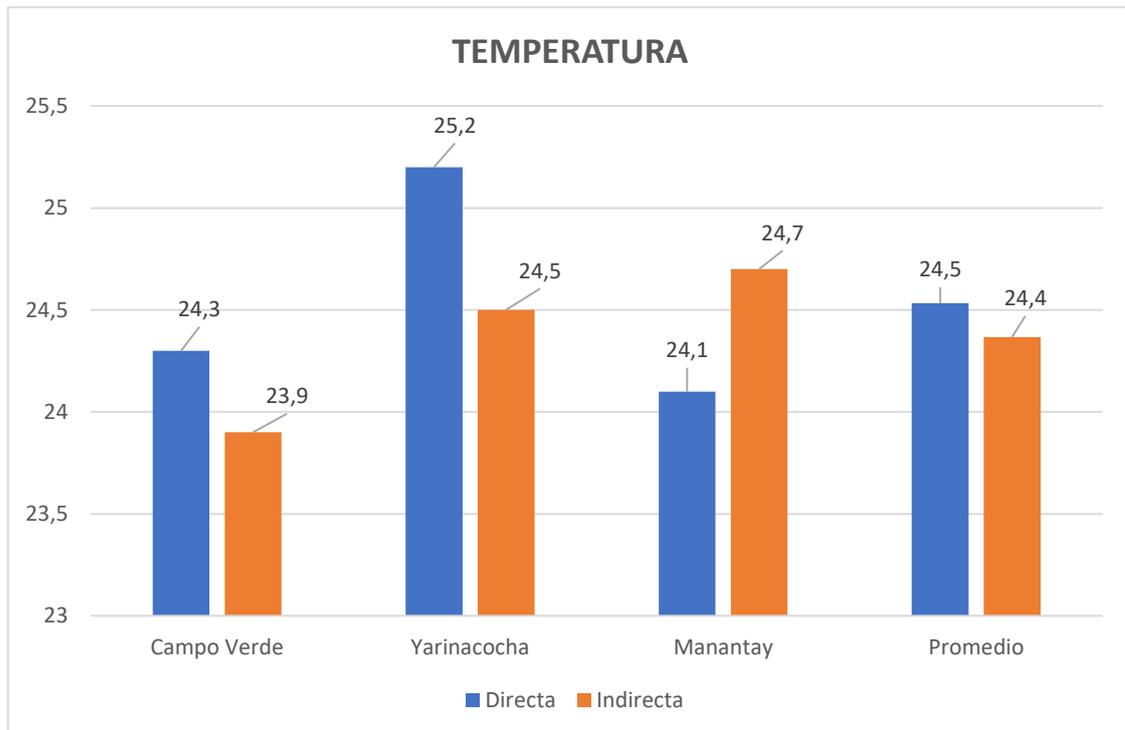


En la Figura 29 de los resultados de la calidad de agua de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia de Sólidos Totales, se puede resumir la siguiente información:

Para el parámetro de Sólidos Totales, el valor más alto de Sólidos Totales en la prueba Directa fue 29.6 (Campo Verde) y más bajo 19.9 (Manantay); en cuanto a la prueba Indirecta el valor de Sólidos Totales más alto fue 48.7 (Manantay) y más bajo 36.2 (Yarinacocha), de acuerdo a los valores de Sólidos Totales se considera que se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles del Decreto Supremo 031-2010 Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

**Figura 30**

**Resultados de la calidad de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la temperatura**

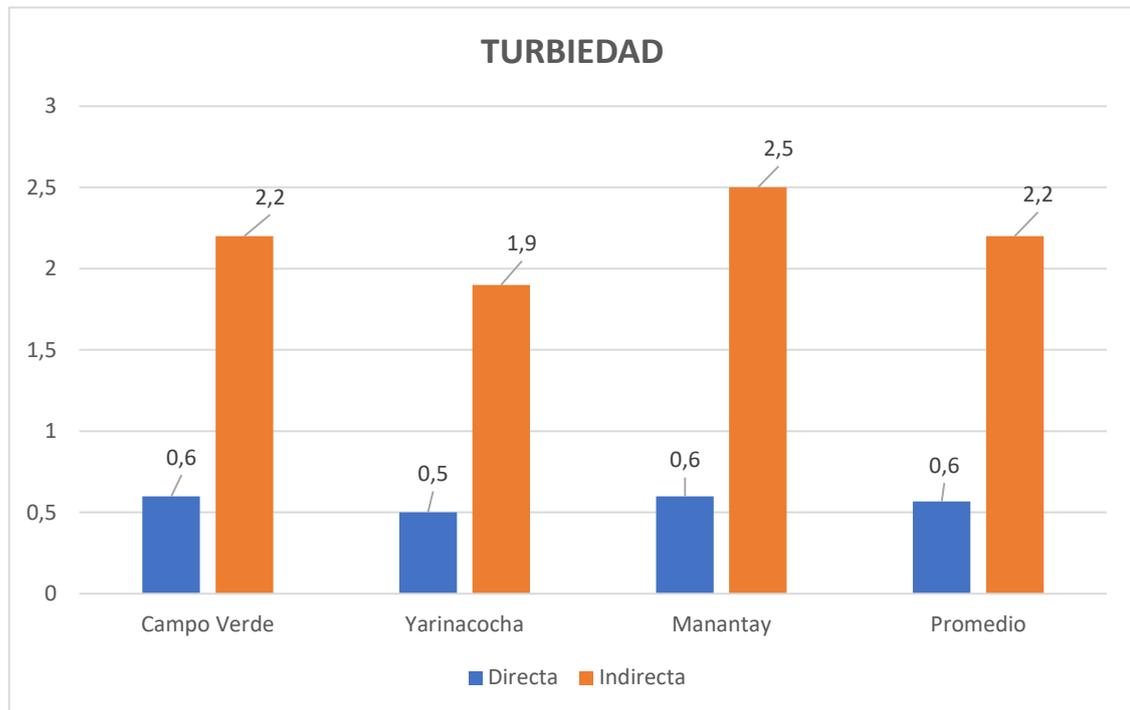


En la Figura 30 de los resultados de la calidad de agua de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la Temperatura, se puede resumir la siguiente información:

Para el parámetro de Temperatura, el valor más alto de Temperatura en la prueba Directa fue 25.2 (Yarinacocha) y más bajo 24.1 (Manantay); en cuanto a la prueba Indirecta el valor de Temperatura más alto fue 24.7 (Manantay) y más bajo 23.9 (Campo Verde), la Temperatura está relacionada a la temperatura del ambiente.

**Figura 31**

**Resultados de la calidad de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia de la turbiedad**

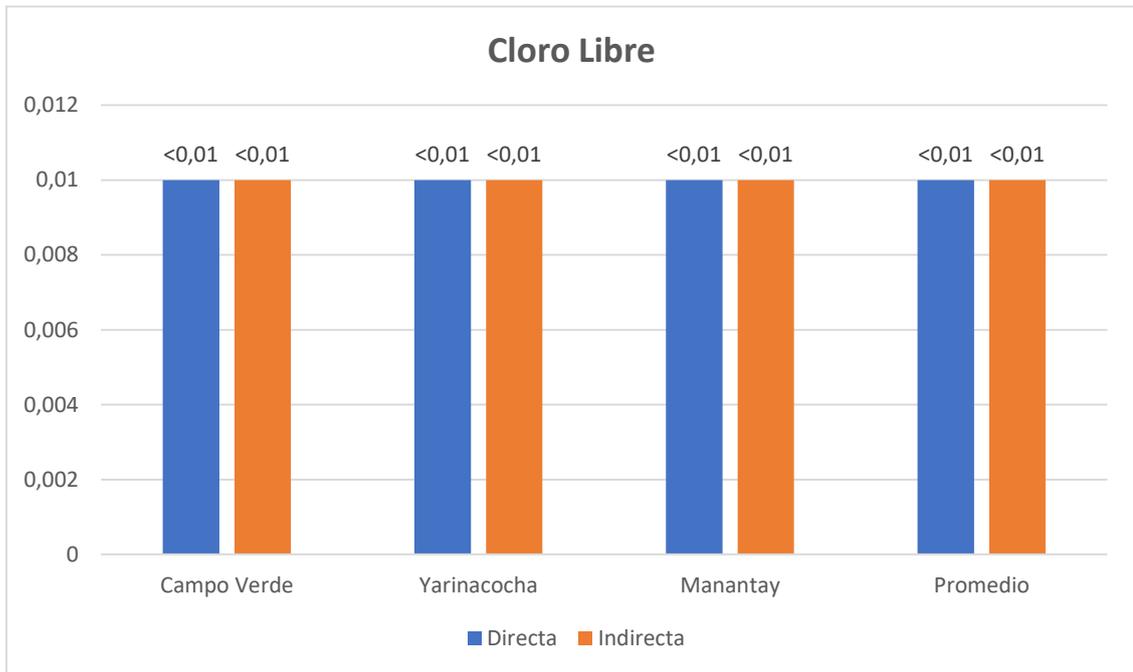


En la Figura 31 de los resultados de la calidad de agua de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia de la Turbiedad, se puede resumir la siguiente información:

Para el parámetro de Turbiedad, el valor más alto de Turbiedad en la prueba Directa fue 0.6 (Manantay) y más bajo 0.5 (Yarinacocha); en cuanto a la prueba Indirecta el valor de Turbiedad más alto fue 2.5 (Manantay) y más bajo 1.9 (Yarinacocha), de acuerdo a los valores de Turbiedad se considera que se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles del Decreto Supremo 031-2010 Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

**Figura 32**

**Resultados de la calidad de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia del cloro libre**

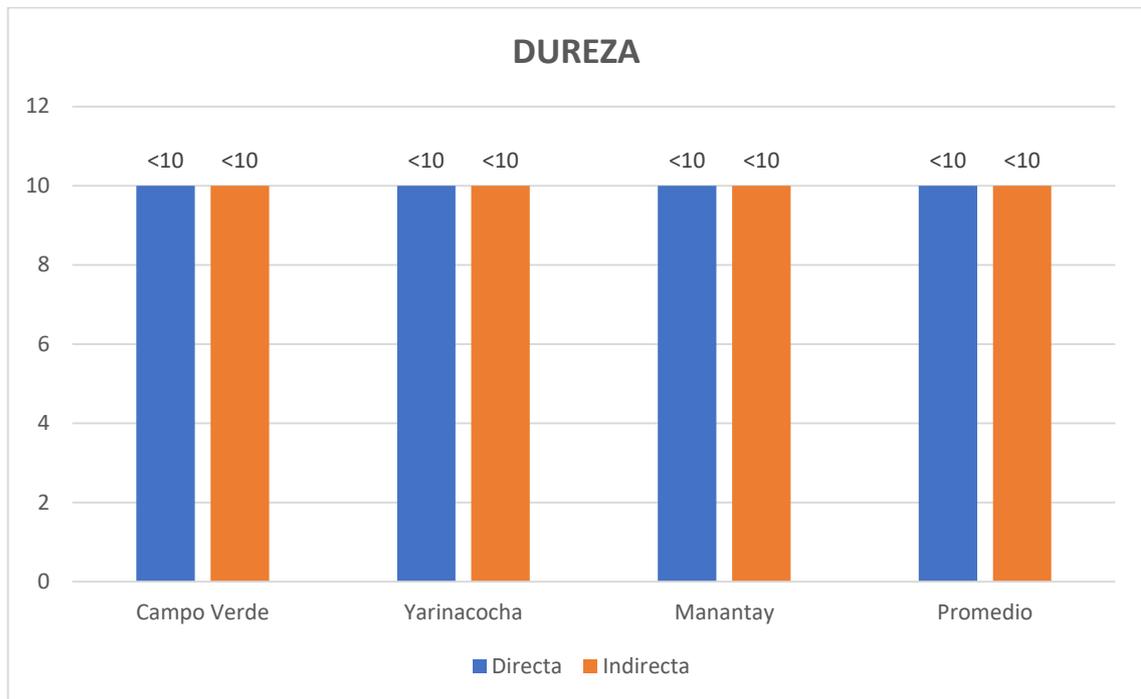


En la Figura 32 de los resultados de la calidad de agua de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia de Cloro, se puede resumir la siguiente información:

Para el parámetro de Cloro, el valor del Cloro en la prueba Directa y en la prueba Indirecta fue <0.01 en todos los distritos, de acuerdo a los valores de Cloro se considera que se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles del Decreto Supremo 031-2010 Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

**Figura 33**

***Resultados de la calidad de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia de dureza***

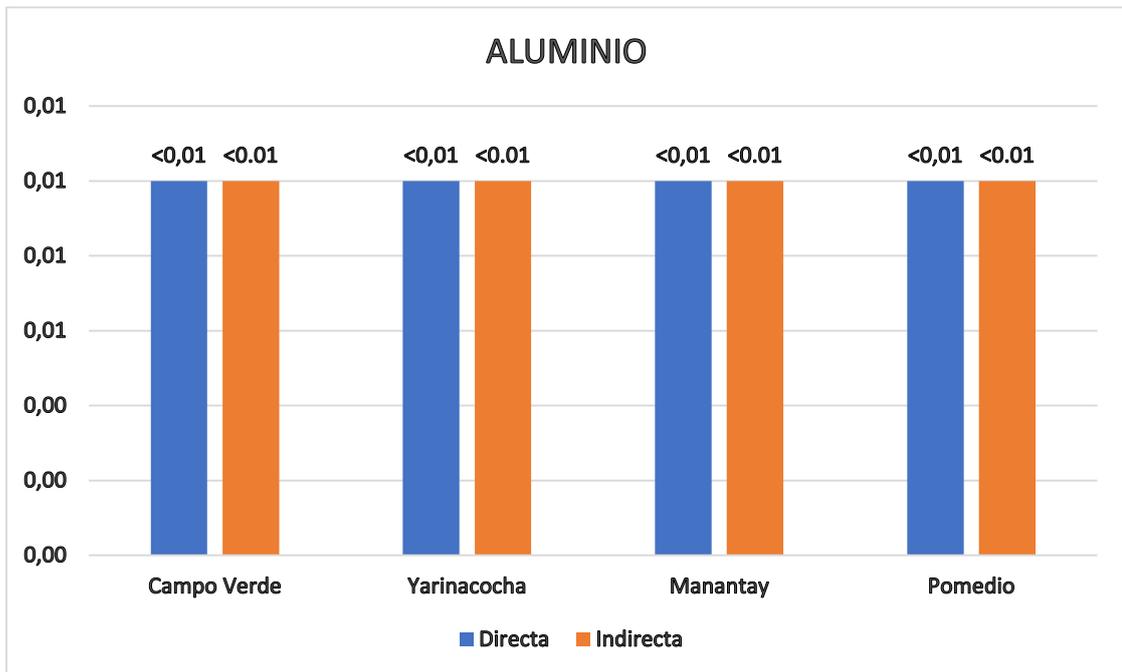


En la Figura 33 de los resultados de la calidad de agua de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia de Dureza, se puede resumir la siguiente información:

Para el parámetro de Dureza, el valor de la Dureza en la prueba Directa fue <10 en Campo Verde, Yarinacocha y Manantay; en cuanto a la prueba Indirecta el valor de la Dureza fue <10 en Campo Verde, Yarinacocha y Manantay, de acuerdo a los valores de Dureza se considera que se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles del Decreto Supremo 031-2010 Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

**Figura 34**

**Resultados de la calidad de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia del aluminio**

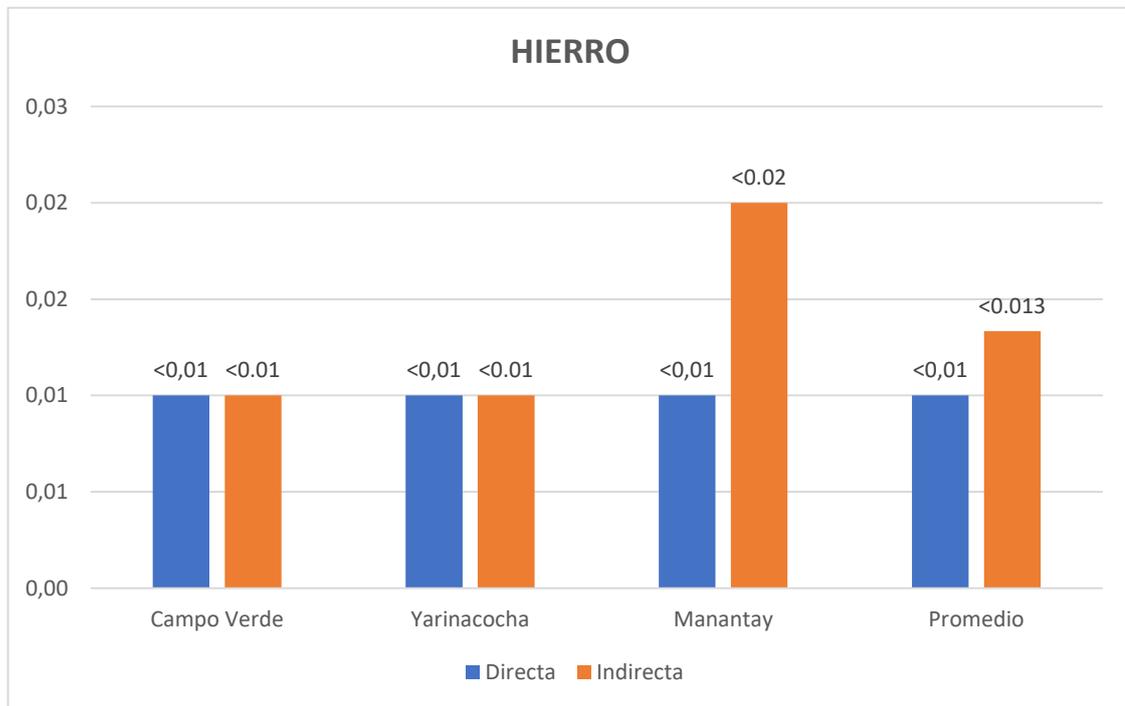


En la Figura 34 de los resultados de la calidad de agua de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia de Aluminio, se puede resumir la siguiente información:

Para el parámetro de Aluminio, el valor del Aluminio en la prueba Directa e Indirecta fue <0.01 en el caso de los tres distritos, de acuerdo a los valores de Aluminio se considera que se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles del Decreto Supremo 031-2010 Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

**Figura 35**

***Resultados de la calidad de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia del hierro***

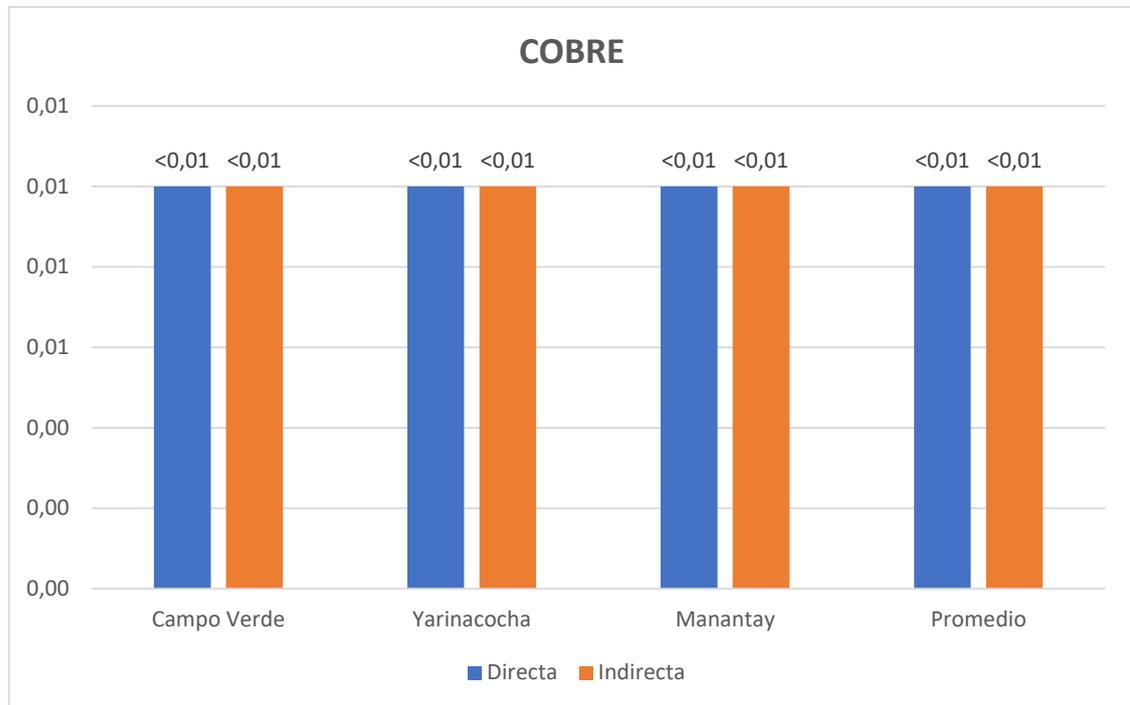


En la Figura 35 de los resultados de la calidad de agua de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia del Hierro, se puede resumir la siguiente información:

Para el parámetro del Hierro, el valor del Hierro en la prueba Directa e Indirecta fue 0.01 en los tres distritos, a excepción del 0.02 del distrito de Manantay en la prueba indirecta, de acuerdo a los valores de Hierro se considera que se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles del Decreto Supremo 031-2010 Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

**Figura 36**

**Resultados de la calidad de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia del Cobre**

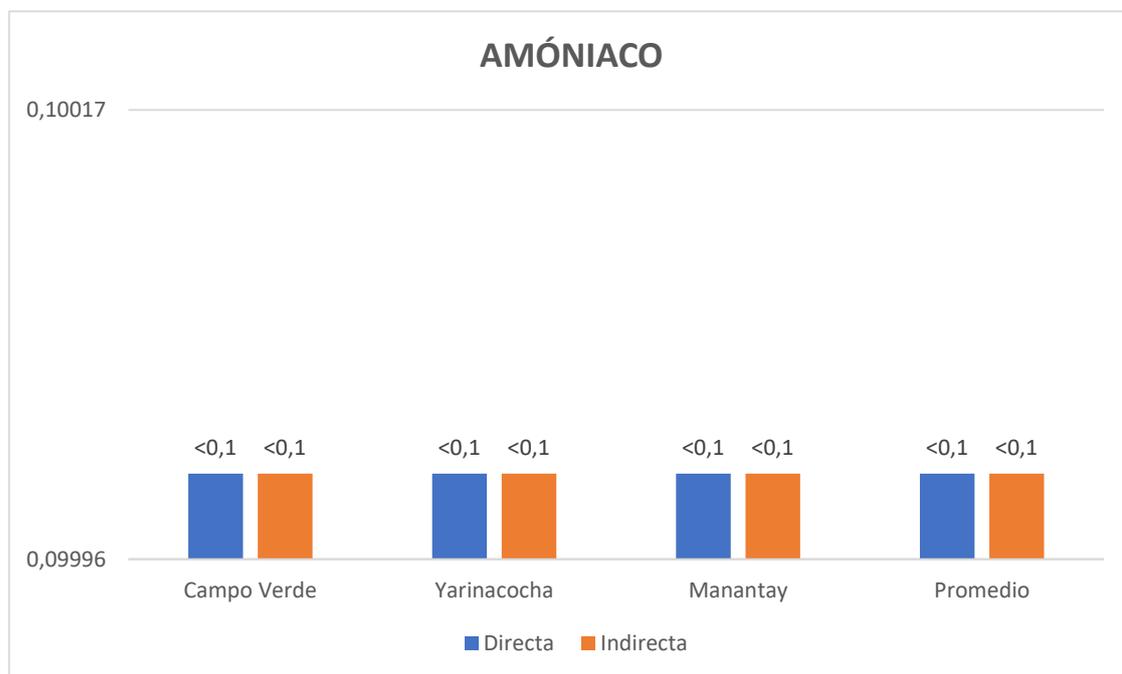


En la Figura 36 de los resultados de la calidad de agua de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia del Cobre, se puede resumir la siguiente información:

Para el parámetro del Cobre, el valor del Cobre en la prueba Directa fue 0.01 en los tres distritos; en cuanto a la prueba Indirecta el valor del Cobre fue 0.01 en los tres distritos, de acuerdo a los valores del Cobre se considera que se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles del Decreto Supremo 031-2010 Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

**Figura 37**

**Resultados de la calidad de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia del amoniaco**

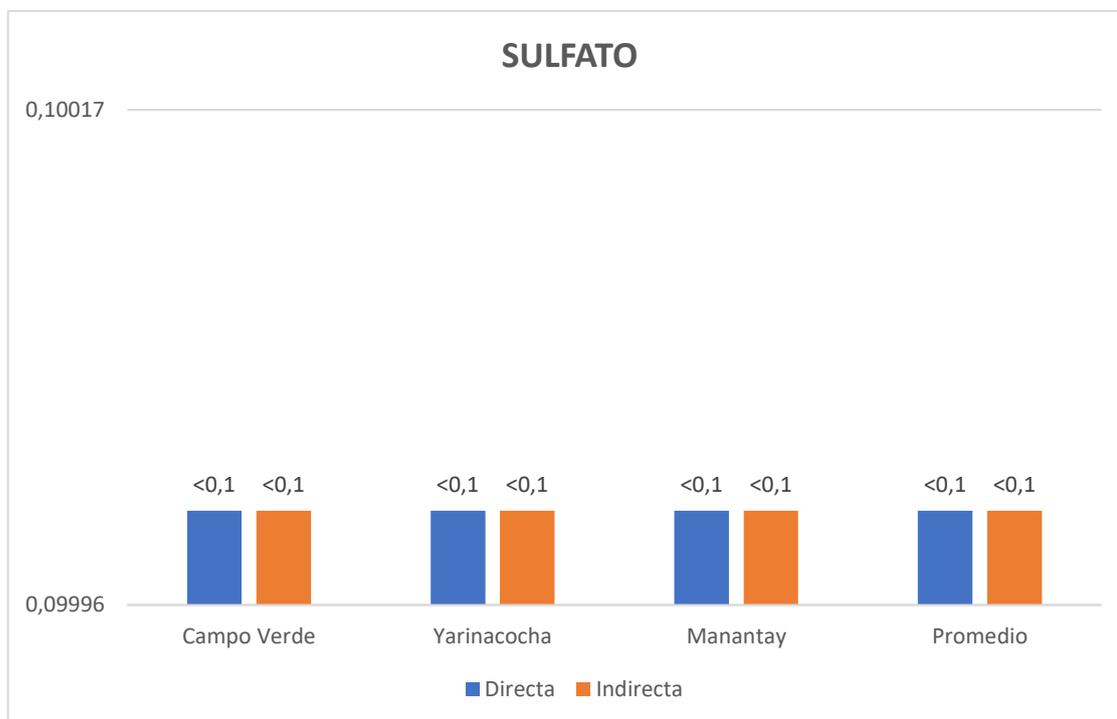


En la Figura 37 de los resultados de la calidad de agua de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia del Amoniaco, se puede resumir la siguiente información:

Para el parámetro del Amoniaco, el valor del Amoniaco en la prueba Directa fue <0.1 en los tres distritos; en cuanto a la prueba Indirecta el valor del Amoniaco fue <0.1 en los tres distritos, de acuerdo a los valores del Amoniaco se considera que se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles del Decreto Supremo 031-2010 Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

**Figura 38**

**Resultados de la calidad de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia del Sulfato**

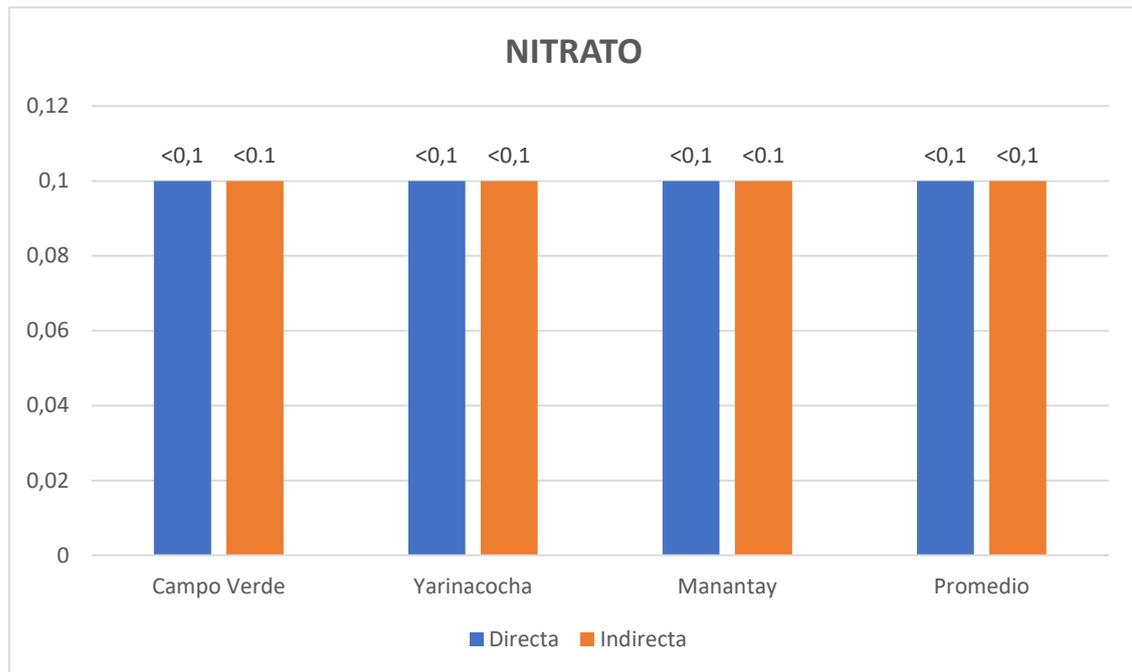


En la Figura 38 de los resultados de la calidad de agua de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia del Sulfato, se puede resumir la siguiente información:

Para el parámetro del Sulfato, el valor del Sulfato en la prueba Directa fue <0.1 en los tres distritos; en cuanto a la prueba Indirecta el valor del Sulfato fue <0.1 en los tres distritos, de acuerdo a los valores del Sulfato se considera que se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles del Decreto Supremo 031-2010 Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

**Figura 39**

**Resultados de la calidad de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia del Nitrato**

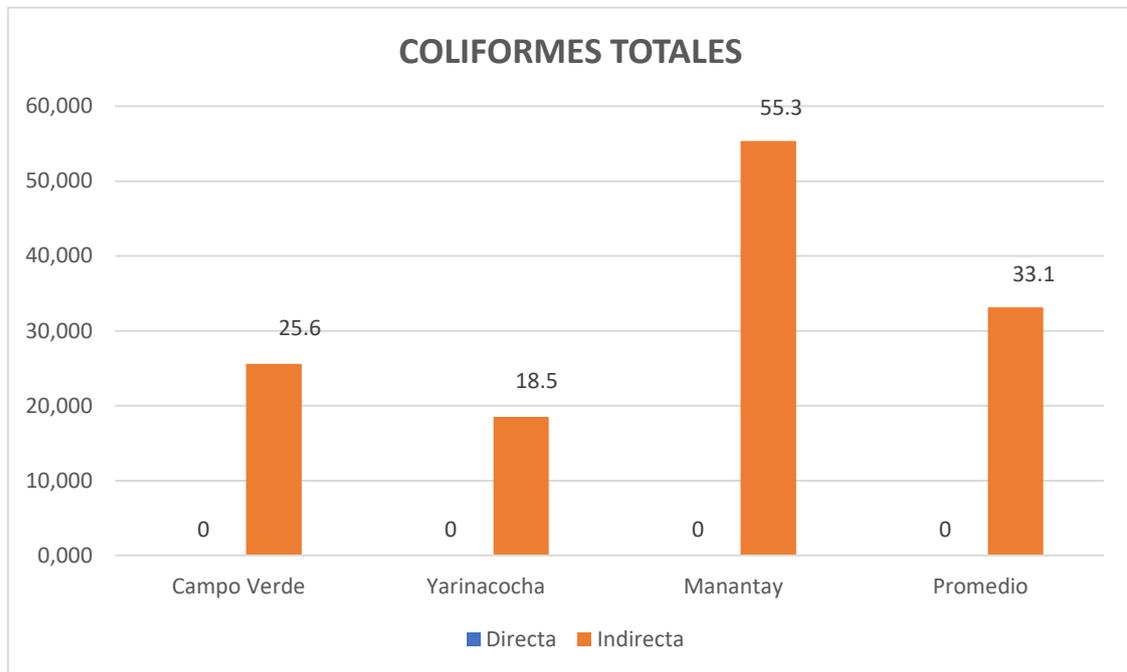


En la Figura 39 de los resultados de la calidad de agua de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia del Nitrato, se puede resumir la siguiente información:

Para el parámetro del Nitrato, el valor del Nitrato en la prueba Directa fue <0.1 en los tres distritos; en cuanto a la prueba Indirecta el valor del Nitrato fue <0.1 en los tres Distritos, de acuerdo a los valores del Nitrato se considera que se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles del Decreto Supremo 031-2010 Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

**Figura 40**

***Resultados de la calidad de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia de Coliformes Totales***

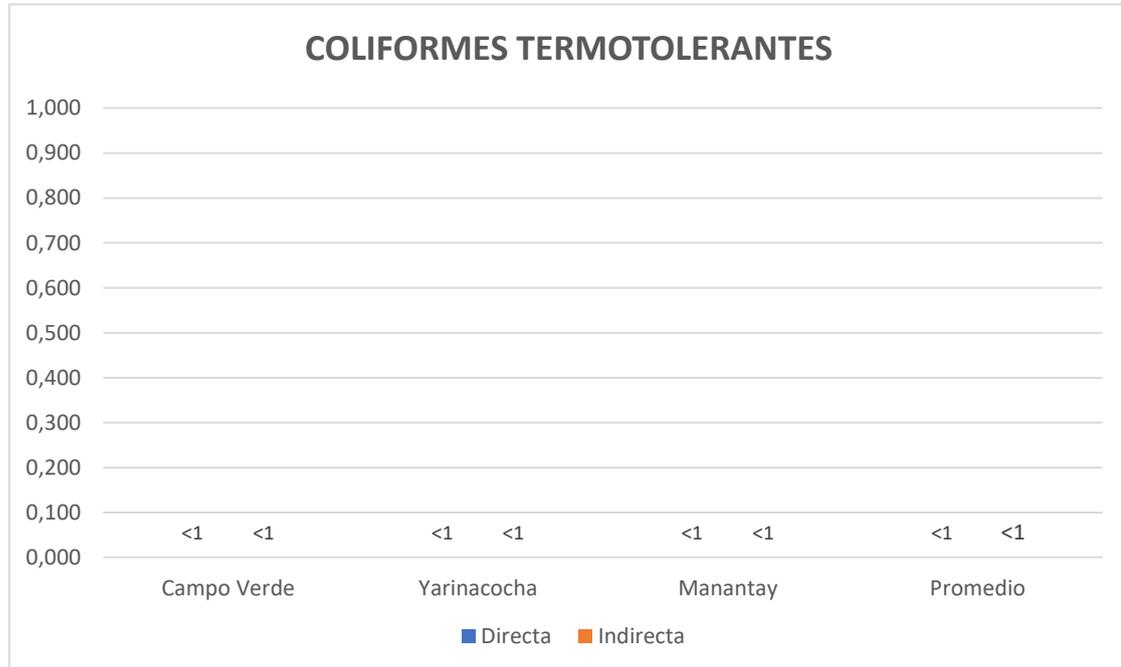


En la Figura 40 de los resultados de la calidad de agua de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia de Coliformes Totales, se puede resumir la siguiente información:

Para el parámetro de Coliformes Totales, el valor más alto de Coliformes Totales en la prueba Directa fue 0 (Manantay) y más bajo 0 (Campo Verde); en cuanto a la prueba Indirecta el valor de Coliformes Totales más alto fue 55.3 (Manantay) y más bajo 18.5 (Yarinacocha), de acuerdo a los valores de Coliformes Totales se considera que no se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles del Decreto Supremo 031-2010 Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

**Figura 41**

***Resultados de la calidad de agua de lluvia de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia de Coliformes Termotolerantes***



En la Figura 41 de los resultados de la calidad de agua de los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay con respecto a la presencia de Coliformes Termotolerantes, se puede resumir la siguiente información:

Para el parámetro de Coliformes Termotolerantes, el valor de Coliformes Termotolerantes en la prueba Directa fue <1 en los tres distritos; en cuanto a la prueba Indirecta el valor de Coliformes Termotolerantes fue <1 en los tres Distritos, de acuerdo a los valores de Coliformes Termotolerantes se considera que se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles del Decreto Supremo 031-2010 Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

## 4.2. Discusión

Con la evaluación de muestras de las aguas de lluvia de nuestra investigación denominada “Estudio de la calidad del agua de lluvia con relación al lugar y modo de captación para el consumo humano en los distritos de Campo Verde, Manantay y Yarinacocha – provincia de Coronel Portillo – departamento de Ucayali – Perú”, podemos determinar que los parámetros de las aguas de lluvia comparadas con el Decreto Supremo 031-2010-SA (Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano) menciona que los estándares de calidad del agua son: Coliformes Totales: 0 UFC/100 mL a 35 °C, Coliformes Termotolerantes: 0 UFC/100 mL a 44.5 °C, pH: 6.5 – 8.5, Conductividad (25 °C): 1500  $\mu$ mho/cm, Sólidos Totales Disueltos: 1000 mgL<sup>-1</sup>, Temperatura: Ambiente, Turbiedad: 5 UNT, Dureza Total: 500 mg CaCO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>, Cloro: 5 mg l<sup>-1</sup>, Aluminio: 0.2 mg Al L<sup>-1</sup>, Hierro: 0.3 mg Fe L<sup>-1</sup>, Cobre: 2 mg Cu L<sup>-1</sup>, Amoniac: 1.5 mg N L<sup>-1</sup>, Sulfato: 250 mg SO<sub>4</sub> = L<sup>-1</sup> y Nitrato: 50 mg NO<sub>3</sub>L<sup>-1</sup>. El estudio de investigación se encuentra dentro de los Límites Máximos Permisibles porque cumplen los Estándares de Calidad Ambiental dichos resultados cumplen para el uso poblacional mas no para consumo humano ya que se requiere potabilizarla; y para la potabilización se necesita la desinfección y tratamiento adicionales de dicha agua de lluvia.

Así mismo cabe mencionar que nuestra investigación se recolectó muestras directas e indirectas de agua de lluvia.

Aguilera y Arias (2017); menciona en su estudio denominado “Evaluación de la calidad del agua de lluvia para su aprovechamiento y uso doméstico en sitios estratégicos de la ciudad de Guanajuato”, que la caracterización de la muestra incluyó parámetros como turbidez, color aparente, pH, conductividad,

presencia de coliformes totales y metales. Dichos parámetros obtenidos se encuentran dentro de los límites permisibles de acuerdo a la NOM-127-SSA1-1994 para la mayoría de las muestras tomadas, sin embargo, en todos los casos la prueba de coliformes totales resultó positiva.

Damián (2017), menciona en su estudio denominado "*Estudio de la calidad del agua de lluvia, para el consumo humano y productivo en Los Talas, partido de Berisso*", se analizaron la medición de pH, nitratos, nitritos, alcalinidad total, dureza total, dureza cálcica y magnésica, sulfatos, sólidos disueltos totales, coliformes totales y fecales, *Pseudomonas aeruginosa*, bacterias aerobias mesófilas y parásitos intestinales, los resultados demostraron que la composición fisicoquímica y microbiológica es susceptible de potabilización. Y nuestro estudio coincide para desarrollar un tratamiento de potabilización.

En el artículo de Salinas, Cavazos y Vera (2016); denominada "Evaluación de un sistema de captación de agua de lluvia en la zona metropolitana de Monterrey, para su aprovechamiento como medio alternativo", indica que el impacto que tendría la implementación de los SCALL sería positivo si se implementa a nivel de comunidad, colonia o fraccionamiento, se tendría un impacto mayor, ya que el agua que se captaría en todos los techos de una comunidad se puede juntar y almacenar en una cisterna comunitaria, sirviendo como fuente para abastecer los parques y jardines de esa comunidad, incluso si se realiza una planeación adecuada de este recurso, se puede abastecer de agua potable a las comunidades que se encuentran dentro de la ZMM, que carecen del servicio de agua entubada en su hogar. El estudio coincide porque demuestra que se encuentra de los de los Límites Máximos Permisibles.

Hernández (2016); en su estudio de investigación “Evaluación de la calidad del agua para consumo humano y propuesta de alternativas tendientes a su mejora, en la Comunidad de 4 Millas de Matina, Limón”, tiene como resultados del agua de lluvia, la presencia de coliformes fecales en todas las muestras y plaguicidas. Esta investigación coincide con nuestro estudio porque se encontró presencia de coliformes en las muestras indirectas y difiere con los resultados de plaguicidas porque no se consideró dentro de ellos parámetros a evaluar.

Mientras que Ospina y Ramírez (2014); en el estudio denominado “Evaluación de la calidad del agua lluvia para su aprovechamiento y uso doméstico en la ciudad de Ibagué” realizado en el campus Ibagué de la Universidad Cooperativa de Colombia, el resultado indicó que su composición fisicoquímica es susceptible de purificación dada la ausencia de niveles nocivos de contaminación. Por el contrario, la mayoría de los parámetros analizados se encuentran dentro de los rangos requeridos para una posible potabilización del agua, a excepción del pH y la turbidez en determinados puntos de muestreo. Esta investigación coincide con nuestro estudio porque se encuentra dentro de los Límites Máximos Permisibles.

Por otro lado, Buitrago (2011); en la tesis denominada “Cuantificación y Caracterización de la Calidad de Agua de Escorrentía de Techo para el Prediseño de una Piscina de Retención en el Campus de la Universidad Nacional de Colombia”, indica que los valores medidos de concentración del presente estudio sobrepasan los límites de calcio, hierro, magnesio y turbiedad para el agua potable. Esta investigación no coincide con nuestro estudio porque no se encuentra dentro de los Límites máximos Permisibles.

Muñoz (2019); en su investigación denominado “Evaluación de la calidad de aguas de lluvias en los distritos de Chaupimarca, Yanacancha y Simón Bolívar de Rancas – provincia de Pasco – 2016”, evaluó la calidad de aguas de lluvias en los distritos de Chaupimarca, Yanacancha y Simón Bolívar de Rancas, comparando los resultados con los estándares de calidad (Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM-ANA), así determinó que cumple para el uso poblacional y recreacional, más no para potabilización; ya que para potabilización se necesita la desinfección y tratamiento adicionales. Esta investigación no coincide con nuestro estudio porque no se encuentra dentro de los Límites máximos Permisibles.

En su investigación Acuña (2018); denominado “Evaluación de la correlación del índice de calidad de agua para consumo humano con la precipitación, dada las condiciones litológicas y topográficas de la microcuenca del río Paria, Huaraz – Ancash” se indica que la calidad del agua no solo depende de la precipitación sino también de las condiciones litológicas, topográficas y actividades antrópicas presentes en la zona, las cuales contribuyen relativamente en la alteración de la calidad del agua, esta afirmación se basa al incremento considerable de lluvias en la zona de estudio durante los meses de monitoreo y la escorrentía superficial presente en la zona. El estudio coincide con nuestra investigación por que la calidad del agua de lluvia se encuentra dentro de los límites máximos permisibles.

Mientras que, Portilla (2018); en su investigación denominada “Determinación de los impactos ambientales potenciales generado por un sistema de riego para cosecha de agua de lluvia en el sector de barrería, Mosopuquio, distrito de Characato, provincia de Arequipa, departamento de

Arequipa 2018”, indica que impactos ambientales negativos significativos son: modificación de la calidad de agua superficial por acumulación de materiales de construcción y escombros; modificación de la calidad de agua subterránea por acumulación de materiales de construcción y escombros; modificación de la calidad de agua superficial por acciones de construcción; modificación de la calidad de agua subterránea por acciones de construcción; ante lo expuesto se propone algunas medidas de control de impactos. El estudio no coincide con nuestra investigación ya que el agua de lluvia que pasa por el subterráneo no se encuentra dentro de los límites máximos permisibles.

Por otro lado, Vera y Rosas (2017); en su estudio denominado “Modelar la contaminación del agua de la represa de Aguada Blanca por hierro y manganeso entre la temporada de lluvias y el estiaje para proporcionar agua de calidad a la Población de Arequipa”, indica que las concentraciones obtenidas a lo largo del periodo monitoreado se incrementan sobrepasando los Estándares de Calidad Ambiental establecidos para agua superficial de 1 y 0.4 mg/L de Fe y Mn respectivamente. El estudio no coincide con nuestra investigación por que los resultados se encuentran fuera de los límites máximos permisibles.

Mientras que, Grandez y Grandez (2017); la investigación denominada “Diseño de un sistema de captación de aguas pluviales, para el uso doméstico en viviendas del barrio La Florida del distrito de Yurimaguas – provincia de Alto Amazonas – región Loreto”; indica que los resultados sugieren que la captación de aguas pluviales es una opción técnicamente viable. El estudio coincide con nuestra investigación ya que es viable la captación de agua de lluvia.

El estudio de Muñoz (2016); denominado “Determinar la calidad de aguas de lluvias en los distritos de Chaupimarca, Yanacancha y Simón Bolívar de

Rancas - provincia de Pasco – 2016”, indica que las lluvias de los distritos de Chaupimarca, Yanacancha y Simón Bolívar de Rancas cumplen la calidad para el uso poblacional y recreacional, más no para potabilización; ya que para esta actividad se necesita la desinfección y otros tratamientos adicionales. El estudio coincide con nuestra investigación ya que se encuentran dentro de los límites máximos permisibles.

Mientras que, Chino, Velarde y Espinoza (2016), menciona en su estudio *“Captación de agua de lluvia en cobertura de viviendas rurales para consumo humano en la Comunidad de Vilca Maquera, Puno-Perú”*, que de acuerdo a los resultados se pudo indicar que la calidad de agua se encuentra dentro de los límites máximos permisibles por los estándares nacionales de la calidad ambiental, mientras que en nuestra investigación coincide con los resultados porque demuestran que se encuentran dentro de los límites máximos permisibles.

Jimenez (2020), menciona en su investigación *“Diseño e instalación de un sistema captador de lluvia para la mejora en el abastecimiento de agua de consumo humano, Iparía-Ucayali”*, indica el desarrollo de sistemas de captación de agua pluvial en techos, además analizó los resultados de las muestras de agua de lluvia; concluyendo que el diseño es técnicamente viable y el nivel de adopción es aceptable. Mientras que nuestros resultados no difieren porque se encuentra dentro de los límites máximos permisibles.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- De acuerdo a nuestro Objetivo General, la calidad de agua de lluvias en los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay; comparando los resultados con el Decreto Supremo 031-2010-SA (Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano), se determinó que cumple con los Límites Máximos Permisibles para uso poblacional, teniendo en cuenta que no es apto para consumirla, por cuanto los resultados muestran un pH de 6.4 (ligeramente ácido) en ambas muestras (directa e indirecta) y presencia de coliformes totales (33.1 UFC/10 ml) en las muestras indirectas; ya requiere tratamiento de desinfección y alcalinidad para ser potable.
- Respecto al Objetivo Específico 1, se concluye que las propiedades microbiológicas de agua de lluvia con relación al lugar y modo de captación para el consumo humano, en los distritos de Campo Verde, Manantay y Yarinacocha; a diferencia de los resultados de las muestras directas (0 UFC/10 ml), muestran presencia de coliformes totales (33.1 UFC/10 ml) porque la toma fue recopilada de los techos de las diferentes casas (muestras indirectas), ya que en los techos se depositaron restos orgánicos, partículas, y hasta incluso se encontraron restos de heces de animales y otros.

- Respecto al Objetivo Específico 2, en cuanto a las propiedades fisicoquímicas de agua de lluvia con relación al lugar y modo de captación en los distritos de Campo Verde, Manantay y Yarinacocha; los resultados muestran niveles más relevantes son Conductividad: 30.5  $\mu\text{mho/cm}$  (muestra Indirecta), Sólidos Totales Disueltos 42.4  $\text{mgL}^{-1}$  (muestra Indirecta), Turbidez 2.2 UNT (muestra indirecta) y demás por debajo de los LMP, a excepción del pH de 6.4 (ligeramente ácido) de ambas muestras, se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles de acuerdo al Decreto Supremo 031-2010-SA (Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano).
- Respecto al Objetivo Específico 3, al comparar la calidad de agua de lluvia directa e indirecta con relación al lugar y modo de captación para el consumo humano en los distritos de Campo Verde, Manantay y Yarinacocha. Se determinó que la calidad del agua de lluvia a través de la muestra indirecta es el que presenta mayores niveles de parámetros (Coliformes Totales , Coliformes Termotolerantes, pH, Conductividad, Sólidos Totales Disueltos, Temperatura, Turbiedad, Dureza Total, Cloro, Aluminio, Hierro, Cobre, Amoniac, Sulfato y Nitrato); dichos resultados en su mayoría (a excepción del pH de 6.4 y Coliformes Totales de 33.1 UFC/10 ml) se indica estar dentro de los Estándares de Calidad Ambiental de acuerdo a los Límites Máximos Permisibles del Decreto Supremo N° 031-2010-S.A. Por lo que existe diferencia de la calidad ya que la toma directa de las aguas de lluvias (a excepción del pH de 6.4) está dentro de los Estándares de Calidad Ambiental de acuerdo a los Límites Máximos Permisibles del Decreto Supremo N° 031-2010-S.A.

## 5.2. Recomendaciones

Al término de la investigación se menciona algunas recomendaciones que se deberían de tener en consideración:

- Realizar estudios o análisis detallados a la calidad del agua pluvial con el fin de afianzar la implementación de este proyecto y evaluar otros métodos en los cuales pueda ser aprovechada, además de los tratamientos necesarios establecidos en la norma peruana.
- La captación de agua de lluvia debe de ser más difundida y estudiada en Ucayali, esto con la finalidad de dar una segunda oportunidad a las fuentes hídricas sobre explotadas.
- Las empresas de agua potable deben fomentar la difusión de metodologías para la captación de agua de lluvias y capacitar en la construcción de las estructuras, para de esa manera se pueda distribuir las a la población y generar así una conciencia ambiental.
- Se recomienda a los distritos de Campo Verde, Yarinacocha y Manantay el uso de las aguas de lluvia para su uso, para el lavado de automotores (moto, auto, camiones, etc.), el uso en el riego de jardines, lavado de baños, baño a mascotas, ya que esto ayudaría la disminución del uso de agua potable.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña Ibarra, J. N. (2018). *Evaluación de la correlación del índice de calidad de agua para consumo humano con la precipitación, dada las condiciones litológicas y topográficas de la microcuenca del río Paria, Huaraz – Ancash, período enero - junio 2018*. Ancash - Perú.
- Aguilera González, C. I., & Arias Hernández, L. A. (2017). *Evaluación de la calidad del agua de lluvia para su aprovechamiento y uso doméstico en sitios estratégicos de la ciudad de guanajuato*. Guanajato: JÓVENES EN LA CIENCIA.
- Alva Rodas, J. N., Díaz Marin, P. B. (2019). *Evaluación de la calidad del agua en las redes de distribución secundaria y domiciliaria, abastecidas por la planta de tratamiento de agua potable de EMAPACOP S.A., Callería, Coronel Portillo, Ucayali, 2018*. Ucayali.
- Buitrago Medina, N. F. (2011). *Cuantificación y Caracterización de la Calidad de Agua de Escorrentía de Techo para el Prediseño de una Piscina de Retención en el Campus de la Universidad Nacional de Colombia*. Bogota, Colombia. Obtenido de:  
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/7698/NathaliaBuitrago2011.pdf?sequence=1>
- Cajahuaman Huaman, A. M., Vasquez Ramos, T. (2022). *Determinación de la calidad del agua del río Shanay-Timpishka del distrito de Honoría, departamento de Huánuco*. Pucallpa.
- Carrillo Briones, A. (2019). *Estandarización de una técnica para un modelamiento matemático a partir de parámetros fisicoquímicos en un sistema acuático*. Chiapas.

<http://repositoriodigital.tuxtla.tecnm.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/3368/MDRPIBQ2018049.pdf?sequence=1>

Cuadrat, J. M., Pita, M. F. (1997). Climatología, séptima edición. Editor Cátedra. 496 p.

Chino Calli, M., Velarde Coaquira, E., Espinoza Calsín, J. J. (2016). *Captación de agua de lluvia en cobertura de viviendas rurales para consumo humano en la Comunidad de Vilca Maquera, Puno-Perú. Rev. Investig. Altoandin.*, Vol 18 Nro 3: 365 - 373. Obtenido de:  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5645608>

Damián, B. (2017). *Estudio de la calidad del agua de lluvia, para el consumo humano y productivo en Los Talas, partido de Berisso*. Obtenido de:  
[http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/63762/Documento\\_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/63762/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Davila Lazaro, D. V.; Inuma Perez, D. E. (2018). *Evaluación de las características del agua para consumo humano, en pozos tubulares y su incidencia en la salud, en los asentamientos humanos Los Olivos y Los 4 Suyos, distrito de Callería, departamento Ucayali, 2018*. Ucayali.

Estación Meteorológica de la Universidad Nacional de Ucayali – UNU (Pucallpa). Registro 2003 - 2021.

DIGESA. (2010). Informes Técnicos. Ecología y Medio Ambiente. Obtenido de:  
<http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/informes.asp>

Garcés Giraldo, L. F., Hernández Ángel, M. L. (2004). La lluvia ácida: un fenómeno fisicoquímico de ocurrencia local. *Revista Lasallista de Investigación*, 67-72.

Grandez Rodríguez, P., & Grandez Torres, E. E. (2017). *Diseño de un sistema de captación de aguas pluviales, para el uso doméstico en viviendas del barrio La*

*Florida del distrito de Yurimaguas – provincia de Alto Amazonas– región Loreto.*  
Loreto. Universidad Nacional de San Martín.

Health, I. O. (15 de Abril de 2011). Evaluación de la calidad del agua en un lago alpino subtropical utilizando técnicas estadísticas multivariantes y mapeo geoestadístico: un estudio de caso. Obtenido de:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3118881/>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P. (2007). Metodología de la Investigación. (*Quinta Edición*). México.

Hernández Víquez, C. (2016). *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano y propuesta de alternativas tendientes a su mejora, en la Comunidad de 4 Millas de Matina, Limón.* Heredia.

INEI (2017). Población y vivienda. Obtenido de:

[https://www.inei.gov.pe/estadisticas/indice-tematico/poblacion-y-vivienda/Número de viviendas](https://www.inei.gov.pe/estadisticas/indice-tematico/poblacion-y-vivienda/Número%20de%20viviendas)

Jimenez Flores, J. S. (2020). *Diseño e instalación de un sistema captador de lluvia para la mejora en el abastecimiento de agua de consumo humano, Iparía-Ucayali.* Pucallpa, Coronel Portillo, Ucayali. Obtenido de:

<http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4220>

Lermontov, A., Yokoyama, L., Soares, M. (2011). Un índice de calidad de agua borrosa para el análisis y la gestión de la calidad de la cuenca hidrográfica.

Mejía, M. (2005). *Análisis de la calidad del agua para el consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jeronimo, Honduras.* Costa Rica.

Mendez, A. (2010). Lluvias ácidas. *química ambiental reacciones químicas.*

Méndez, L., Ramos, P., & Arce, O. (2015). Diagnóstico del uso del agua y vertimientos de efluentes líquidos en el Perú (2013-2015). Perú.

Muñoz Fernández, R. S. (2019). Evaluación de la calidad de aguas de lluvias en los distritos de Chaupimarca, Yanacancha y Simón Bolívar de Rancas – provincia de Pasco – 2016. Obtenido de:

<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1491>

Musy, A. (2005). *Hidrología General sección EIS y GC*. Obtenido de:

<https://translate.google.com/translate?depth=1&hl=es&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=fr&sp=nmt4&u=http://echo2.epfl.ch/e-drologie/chapitres/chapitre3/main.html&xid=17259,15700022,15700186,15700191,15700248,15700253>

Ospina Zúñiga, O. E., Ramírez Arcila, H. (30 de 10 de 2014). *Evaluación de la calidad del agua de lluvia para su aprovechamiento y uso doméstico en Ibagué, Tolima, Colombia*. Obtenido de:

<https://revistas.ucc.edu.co/index.php/in/article/view/812/771>

Pezo, M. (2018). *Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua para regadío del río Cumbaza*. Tarapoto.

Portilla Ysacupe, N. (2018). *Determinación de los impactos ambientales potenciales generado por un sistema de riego para cosecha de agua de lluvia en el sector de barrería, Mosopuquio, distrito de Characato, provincia de Arequipa, departamento de Arequipa 2018*. Arequipa, Perú.

Ramírez Arcila, H., & Ospina Zúñiga, O. (2014). Evaluación de la Calidad del Agua de Lluvia para su Aprovechamiento y Uso Doméstico en la Ciudad de Ibagué, Tolima, Colombia. *Universidad Cooperativa de Colombia*, 14.

- Ramussen, X. Z. (2005). Caracterización estadística multivariante de la calidad del agua en Lake Lanier, Georgia, EE. UU. *Journal of Environmental Quality Abstract - Calidad de agua superficial*.
- Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano - DS N° 031-2010-SA.  
Lima Peru: El Peruano. Obtenido de:  
<http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/1590.pdf>
- Robles Péres, B. C. (2020). *Muestreo probabilístico y no probabilístico*.
- Salinas López, J., Cavazos Gonzále, R., Vera Herrera, J. (2016). Evaluación de un sistema de captación de agua de lluvia en la zona metropolitana de Monterrey, para su aprovechamiento como medio alternativo. *Universidad Autónoma de Nuevo León*.
- Segerer, C. D., Villodas, A. R. (1997). Hidrología I. Unidades I al VII.
- Torres, A. et al., (2011). *Evaluación preliminar de la calidad de la escorrentía pluvial sobre tejados para su posible aprovechamiento en zonas periurbanas de Bogotá*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v14n1/v14n1a16.pdf>
- Tovar Suarez, N. L., & Ojuela Ortiz, C. A. (2017). *Determinación de acidez del agua lluvia y las condiciones metereológicas asociadas, en el parque arqueológico de San Agustín; Huila*. Bogotá.
- Vera Yancapallo, D. A., & Rosas Ayamamani, L. A. (2017). *Modelar la contaminación del agua de la represa de Aguada Blanca por hierro y manganeso entre la temporada de lluvias y el estiaje para proporcionar agua de calidad a la Población de Arequipa*. Arequipa, Perú.
- Walsh, C. et al., (2012). Escorrentía de aguas pluviales urbanas: una nueva clase de problema de flujo ambiental. *PLOSOne*.

## **ANEXO**

## ESTERILIZACIÓN DE ENVASES DE MUESTREO EN EL LABORATORIO



Foto 1. Envases de muestreo para el agua de lluvia.



Foto 2. Esterilización de envases de muestreo.

## INSTALACIÓN DE INSTRUMENTOS DE CAPTACIÓN DE AGUA DIRECTA



Foto 3. Medición de instrumentos para captación de agua de lluvia directa.



Foto 4. Instalación de instrumentos para captación de agua de lluvia directa.



Foto 5. Captación de agua de lluvia directa.

## INSTALACIÓN DE INSTRUMENTOS DE CAPTACIÓN DE AGUA INDIRECTA



Foto 6. Captación de agua de lluvia indirecta Campo Verde.



Foto 7. Captación de agua de lluvia indirecta Manantay.



Foto 8. Captación de agua de lluvia indirecta Yarinacocha.

## MEDICIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LOS PUNTOS DE CAPTACIÓN



Foto 9. Medición de parámetros de las muestras de agua de lluvia con el equipo.



Foto 10. Medición de parámetros de las muestras de agua de lluvia en Campo Verde.



Foto 11. Medición de parámetros de las muestras de agua de lluvia en Manantay.



Foto 12. Medición de parámetros de las muestras de agua de lluvia en Yarinacocha.

# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC - 01526 - 2021 DEL EQUIPO - 1



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 01526 - 2021

Fecha de emisión: 2021-05-13

**SOLICITANTE:** Universidad Nacional de Ucayali  
Dirección : Carretera Federico Basadre km.6.001 Callería - Coronel Portillo - Ucayali

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN :** MULTIPARAMETRO  
Marca : HANNA  
Modelo : H-1854  
N° de Serie : SN0004522  
Intervalo de Indicación : 0.1 UND  
División de Escala : 1 UND  
Procedencia : Maryland, USA  
Identificación : No Indica  
Fecha de Calibración : 2021-05-11

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
La calibración se realizó por comparación directa utilizando el EPA 150.1. 1982. pH (Electrometric) / SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017.  
Conductivity. Laboratory Method. / EPA 170.1. 1974. Temperature (Thermometric)

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

### CONDICIONES

Magnitud	Estándar	Error
pH	4 / 7 / 10	0.1+/-
Conductividad	100 / 500/ 1000uS/cm	1+/-
Temperatura	20°C	0.1+/-

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico

Página: 1 de 2



Jr. Condesa de Lemos N°117  
San Miguel, Lima

(01) 262 9536  
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe  
www.testcontrol.com.pe

# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC - 01526 - 2021 DEL EQUIPO - 2



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017

CFP: 0316

Certificado : TC - 01526 - 2021

## TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrón de Referencia DM - INACAL	Estándares HANNA	LAC-081-2021

## RESULTADOS DE MEDICIÓN

Valor Verdadero	Valor Medido	Error	Incertidumbre
4 H+	4.1 H+	0.1H+	0.02 H+
7 H+	7.2 H+	0.2H+	0.04 H+
10 H+	9.9 H+	0.1H+	0.02 H+
100 uS/cm	105 uS/cm	5 uS/cm	0.1 uS/cm
500 uS/cm	503 uS/cm	3 uS/cm	0.1 uS/cm
1000 uS/cm	1009 uS/cm	9 uS/cm	0.4 uS/cm
20 °C	20.5 °C	0.5 °C	0.1 °C

## OBSERVACIONES

### INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

Página: 2 de 2



Jr. Condesa de Lemos N°117  
San Miguel, Lima

(01) 262 9536  
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe  
www.testcontrol.com.pe

# INFORME DE LOS ANÁLISIS DE LAS AGUAS DE LLUVIA



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 120



## INFORME DE ENSAYO 22060.43

Registro N° LE - 120

FR 044

N° de Orden de Servicio : O.S. 220113.01 DA  
 N° de Protocolo : 22060.43  
 Cliente : Bach. Daniel Max Rivera Mauricio y Bach. Jhonn Franns Ramos Rengifo  
 Dirección legal del cliente : C.F.B. Km 6.500  
 Muestra(s) declarada(s) : Agua para consumo humano  
 Procedencia de la Muestra : Muestreado por el cliente  
**Nombre del proyecto:** Estudio de la calidad de agua de lluvia con relación al lugar y modo de capacitación para el consumo humano en los distritos de Campo Verde, Manantay y Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo – Departamento de Ucayali – Perú.  
 Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 54 muestra  
 Forma de Presentación: 54 frascos de plástico estéril de 250mL  
 54 frascos de plástico estéril de 500mL  
 Identificación de la Muestra : Código de laboratorio 03-07043  
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2021-12-28  
 Fecha de Inicio del Análisis : 2021-12-28  
 Fecha de Emisión de Informe : 2022-01-25

Districtos	Campo Verde/ Indirecta										
Parámetros	Unidades	Limite de Cuantificación	CASA 1 R1	CASA 1 R2	CASA 1 R3	CASA 2 R1	CASA 2 R2	CASA 2 R3	CASA 3 R1	CASA 3 R2	CASA 3 R3
PH	H+	0,1	6,4	6,8	6,4	6,8	6,1	6,5	6,4	6,5	6,4
Conductividad	uS/cm2	0,1	25	33	32	18	14	10	15	12	29
STD	ppm	0,1	48	56	66	46	22	19	35	25	64
Temperatura	°C	0,1	23,4	23,4	23,4	24,1	24,1	24,2	24,1	23,9	24,1
Cloro Libre	mg/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Turbiedad	NTU	0,1	3,5	3,3	3,8	1,9	1,8	1,1	1,5	1,3	1,8
Dureza	mg/L	9	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Aluminio	mg/L	0,01	<0,01	<0,01	0,014	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hierro	mg/L	0,001	0,019	0,011	0,018	0,012	<0,01	<0,01	0,015	0,024	<0,01
Cobre	mg/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Coliformes totales	UFC/100ml	1	31	13	10	23	27	31	31	31	33
Coliformes Termo tolerantes	UFC/100 ml	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Amoniaco	mg/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Sulfatos	mg/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Nitratos	mg/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1



1 de 5



El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. Destina responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.

Revisión: 04 Fecha de revisión: 08/10/2020

Av. Wiese 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú  
 Teléfono (01) 750 4454 - info@itsper.com - ventas@itsper.com - web www.itsper.com

**INFORME DE ENSAYO 22060.43**

Registro N° LE - 120

FR 044

Continuación...

Distritos	Campo Verde/ Directa										
	Unidades	Límite de Cuantificación	CASA 1 R1	CASA 1 R2	CASA 1 R3	CASA 2 R1	CASA 2 R2	CASA 2 R3	CASA 3 R1	CASA 3 R2	CASA 3 R3
PH	H+	0,1	6,2	6,3	5,9	6,1	6,5	6,2	6,2	6,4	6,9
Conductividad	uS/cm2	0,1	17	11	21	11	15	8	11	12	14
STD	ppm	0,1	22	29	45	32	54	14	18	26	26
Temperatura	°C	0,1	24,2	24,1	23,9	24,2	24,6	2,4	25,2	24,8	23,8
Cloro Libre	mg/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Turbiedad	NTU	0,1	0,5	0,8	0,7	0,5	0,2	0,5	0,6	0,8	0,7
Dureza	mg/L	9	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Aluminio	mg/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hierro	mg/L	0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobre	mg/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Coliformes Totales	UFC/100 ml	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Coliformes Termo tolerantes	UFC/100 ml	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Amoniaco	mg/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Sulfatos	mg/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Nitratos	mg/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1



Distritos	Yarinacocha/ Indirecta										
	Unidades	Límite de Cuantificación	CASA 4 R1	CASA 4 R2	CASA 4 R3	CASA 5 R1	CASA 5 R2	CASA 5 R3	CASA 6 R1	CASA 6 R2	CASA 6 R3
PH	H+	0,1	6,5	7,1	6,7	6,9	6	6,1	6,4	6,7	6,8
Conductividad	uS/cm2	0,1	40	15	25	14	8	11	19	14	15
STD	ppm	0,1	73	47	44	7	2	1	69	41	42
Temperatura	°C	0,1	23,5	23,5	23,5	26,3	26,2	26,3	23,7	23,8	23,7
Cloro Libre	mg/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Turbiedad	NTU	0,1	3,9	2,1	2,6	1,1	1,9	1,4	1,2	1,5	1,1
Dureza	mg/L	9	11	<10	<10	<10	<10	<10	12	<10	<10
Aluminio	mg/L	0,01	0,018	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hierro	mg/L	0,001	0,018	<0,01	0,012	<0,01	<0,01	<0,01	0,021	<0,01	<0,01
Cobre	mg/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Coliformes totales	UFC/100ml	1	49	16	12	12	10	7,7	12	21	27
Coliformes Termo tolerantes	UFC/100 ml	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Amoniaco	mg/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Sulfatos	mg/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Nitratos	mg/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

2 de 5



El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron reocpcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Revisión: 04 Fecha de revisión: 08/10/2020

Av. Wiese 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú  
Teléfono (01) 750 4454 - info@itsper.com - ventas@itsper.com - web www.itsper.com

**INFORME DE ENSAYO 22060.43**

Registro N°LE - 120

FR 044

Continuación...

Distritos	Parámetros	Unidades	Límite de Cuantificación	Yarinacocha/ Directa								
				CASA 4 R1	CASA 4 R2	CASA 4 R3	CASA 5 R1	CASA 5 R2	CASA 5 R3	CASA 6 R1	CASA 6 R2	CASA 6 R3
	PH	H+	0,1	6,8	6,7	6,4	6,1	6,3	5,9	6,5	6,8	6,6
	Conductividad	uS/cm2	0,1	35	9	21	18	8	17	19	8	18
	STD	ppm	0,1	41	12	30	23	12	24	38	14	26
	Temperatura	°C	0,1	24,5	24,3	24,5	26,9	26,8	27,1	24,4	24,2	24,3
	Cloro Libre	mg/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Turbiedad	NTU	0,1	1,1	0,2	0,6	0,5	0,2	0,3	0,4	0,9	0,5
	Dureza	mg/L	9	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	Aluminio	mg/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Hierro	mg/L	0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Cobre	mg/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Coliformes Totales	UFC/100 ml	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Coliformes Termo tolerantes	UFC/100 ml	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Amoniaco	mg/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	Sulfatos	mg/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	Nitratos	mg/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1



Distritos	Parámetros	Unidades	Límite de Cuantificación	Manantay / Indirecta								
				CASA 7 R1	CASA 7 R2	CASA 7 R3	CASA 8 R1	CASA 8 R2	CASA 8 R3	CASA 9 R1	CASA 9 R2	CASA 9 R3
	PH	H+	0,1	6,9	5,8	5,7	6,1	6,1	6,3	5,6	5,9	6,2
	Conductividad	uS/cm2	0,1	182	81	44	65	45	12	18	12	14
	STD	ppm	0,1	82	63	47	50	42	14	85	30	25
	Temperatura	°C	0,1	26,2	25,9	26	24,4	23,5	24,7	24	23,9	23,9
	Cloro Libre	mg/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Turbiedad	NTU	0,1	4,5	3,5	2,9	3,1	3,3	1,5	1,5	1,2	1,3
	Dureza	mg/L	9	14	11	<10	11	<10	<10	<10	<10	<10
	Aluminio	mg/L	0,01	0,015	0,011	0,014	0,012	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Hierro	mg/L	0,001	0,021	0,028	0,019	<0,01	0,014	<0,01	0,015	<0,01	<0,01
	Cobre	mg/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Coliformes totales	UFC/100ml	1	69	78	49	27	33	33	49	127	33
	Coliformes Termo tolerantes	UFC/100 ml	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Amoniaco	mg/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	Sulfatos	mg/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	Nitratos	mg/L	0,1	0,3	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

3 de 5



El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. Destina responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.

Revisión: 04 Fecha de revisión: 08/10/2020

Av. Wiese 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú  
Teléfono (01) 750 4454 - info@itsper.com - ventas@itsper.com - web www.itsper.com

INFORME DE ENSAYO 22060.43

Registro N°LE - 120

FR 044

Continuación...

Distritos	Parámetros	Unidades	Límite de Cuantificación	Manantay / Directa								
				CASA 7 R1	CASA 7 R2	CASA 7 R3	CASA 8 R1	CASA 8 R2	CASA 8 R3	CASA 9 R1	CASA 9 R2	CASA 9 R3
	PH	H+	0,1	5,9	6,1	6,1	6,9	6,7	6,4	6,2	6,3	6,2
	Conductividad	uS/cm2	0,1	4	19	15	12	9	9	21	18	19
	STD	ppm	0,1	9	31	27	10	8	3	32	32	27
	Temperatura	°C	0,1	25,4	25,5	25,4	22,7	22,6	22,6	24,4	24,3	24,3
	Cloro Libre	mg/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Turbiedad	NTU	0,1	0,9	0,5	0,4	1,2	1,1	0,2	0,5	0,4	0,2
	Dureza	mg/L	9	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	Aluminio	mg/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Hierro	mg/L	0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Cobre	mg/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Coliformes Totales	UFC/100 ml	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Coliformes Termo tolerantes	UFC/100 ml	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	Amoniaco	mg/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	Sulfatos	mg/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	Nitratos	mg/L	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1



Observaciones:

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

(\*\*) Equivale a Coliformes termotolerantes.

Metodologías

Parámetro	Método de Referencia
Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B y C, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E 1, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).
Heterótrofos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part. 9215 B, 23rd Ed. 2017. Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method.
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method.
Sólidos totales disueltos (TDS)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C.

4 de 5



El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Revisión: 04 Fecha de revisión: 08/10/2020

Av. Wiese 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú  
Teléfono (01) 750 4454 - info@itsper.com - ventas@itsper.com - web www.itsper.com

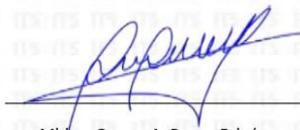
**INFORME DE ENSAYO 22060.43**

FR 044

Continuación...

CLORO LIBRE RESIDUAL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CI G, 23rd Ed. 2017. DPD Colorimetric Method
DUREZA TOTAL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed. 2017. Hardness. EDTA Titrimetric Method
pH	EPA 150.1. 1982. pH (Electrometric)
TURBIEDAD	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017. Turbidity. Nephelometric Method
METALES TOTALES POR ICP	EPA Method 200.8, Revision 5.4. 1994. Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry

Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.



Mblgo. Grover A. Rupay Falcón  
C.B.P. 8505  
Jefe de Laboratorio



Fin de documento



Ing. Alex Herlyn Depaz Ramos  
C.I.P. 225833

Supervisor de Laboratorio de Físicoquímica

5de 5



El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Revisión: 04 Fecha de revisión: 08/10/2020



**CADENA DE CUSTODIA**

CADENA DE CUSTODIA DE:										CALIDAD DE AGUA		CALIDAD DE SUELO		OTROS ESPECIF.		PAG.	DE		
ORDEN DE SERVICIO N° <b>0.5 220113.01 DA</b>										PROTOCOLO (Informe de ensayo)						2	6		
DATOS DEL CLIENTE										ANÁLISIS REQUERIDOS									
Razón Social:										PRESERVACIÓN									
RUC:										OTRO <b>8°C</b>									
Dirección: <b>CFB Km 6.500</b>										pH+8									
Contacto: <b>Daniel Rivera Mauricio</b> Teléfono <b>948015264</b> Correo <b>dmaxriveram@gmail.com</b>										pH-2									
Nombre del Proyecto: <b>Estudio de la calidad de agua de lluvia con relación al lugar y modo de captación para consumo humano en los distritos de Campo Verde, Marantay y Yarinacocha, Provincia de Coronel Bolognesi - Huánuco.</b>										PH									
Lugar de Muestreo: <b>Campo Verde, Marantay y Yarinacocha</b>										Conductividad									
ITEM										NÚMERO TOTAL DE FRASCOS POR PUNTO DE MUESTREO									
CÓDIGO DE PUNTO DE MUESTREO										pH									
DESCRIPCIÓN DE PUNTO DE MUESTREO										Solubilidad									
INICIO DE MUESTREO										Temperatura									
TERMINO DE MUESTREO										Cloro libre									
TIPO DE MUESTRA (1)										Turbielud									
CÓDIGO DE FILTRO										Dureza									
COORDENADAS (UTM)										Aluminio									
ALTITUD (M.S.N.M.)										Hierro									
										Cobre									
										Cadmio									
										Cromo hexavalente									
										Amonio									
										Sulfatos									
										Nitratos									
										H2SO4-AyC, DOO, Fósforo, Fósforo, Nitrogeno, Muestra en vidrio: VOC, BTEX, THM, HMO3: Dureza, Metales totales y disueltos, NaOH: Cl, Cr, Sulfuro Acetato de Zn: Sulfuro Trióxido de azufre: Microbiología, Muestras divididas VOC, BTEX, THM, PCB, PAH, sVOC y Pesticidas) Formol 4-P: Filoparación, Zooplankton, Perilton Alcohol 70": Macroinvertebrados bentónicos, Macrofitas, Neuston									
Indicar con un (✓) en los recuadros inferiores, los análisis requeridos por cada muestra.										Código de laboratorio									
EQUIPO UTILIZADOS EN EL MUESTREO (Colocar código y marca):										TOTAL DE MUESTRAS INGRESADAS									
OBSERVACIONES:										ENVASES									
										CANTIDAD									
										TIPO (*)									
										VOLUMEN PESO									
										* CALIDAD DE AGUA: A. AGUAS NATURALES (1. Agua subterránea (1.1. Agua de manantial, 1.2. Agua termal) 2. Agua superficial (2.1. Río, 2.2. Laguna/est. apr. 2.3. Agua de deposición atmosférica (Bata o pluvial))									
										B. AGUAS RESIDUALES (1. Agua residual doméstica, 2. Agua residual industrial, 3. Agua residual municipal)									
										C. AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO (1. Agua de bebida (Agua embotellada de manantial o empujada), 2. Agua de piscina, 3. Agua de laguna artificial)									
										D. AGUAS SALINAS (1. Agua de mar, 2. Agua salina, 3. Salmuera, 4. Agua de inyección y recuperación)									
										E. AGUA DE PROCESO (1. Agua de circulación y enfriamiento, 2. Agua de alimentación para calderas, 3. Agua de calderas, 4. Agua de brisetas, 5. Agua portante, 6. Agua de limpieza y recuperación)									
										F. CALIDAD DE AIRE: AIR (Fibra BV, Fibra AV, volúmenes captados, tubos adsorbentes, etc.)									
										H. SALUD OCUPACIONAL: SO (Fibra, etc.)									
										IV. CALIDAD DE SUELO: SUE: Suelo L.O.D. L.O.H. S.E.D: Sedimentos									
										V. EMISIONES ATMOSFERICAS: ESB (Impulso: Agua de bebida / C1, Agua subterránea / A1, Fito / A2.1, Agua de piscina / C2, Material Particulado 2.0 Bajo Volumen / ARI), etc.									
MUESTREO REALIZADO POR:										SUPERVISOR / REPRESENTANTE DEL CLIENTE:									
NOMBRE: <b>Jhon francs Ramos Rengifo</b>										NOMBRE: <b>Daniel Max Rivera Mauricio</b>									
CARGO: <b>Tesista</b>										CARGO: <b>Tesista</b>									
FECHA Y HORA:										FECHA Y HORA:									
FIRMA:										FIRMA:									
LABORATORIO - MUESTRA RECEPCIONADA POR:										SELLO RECEPCIÓN									
NOMBRE:										NO									
SELLO DE SEGURIDAD:										T (°C)									
FIRMA:										FECHA:									
										HORA:									

CADENA DE CUSTODIA DE:										CALIDAD DE AIRE		CALIDAD DEL AGUA		CALIDAD DE SUELO		OTROS ESPECIF.		PAG.	DE																								
ORDEN DE SERVICIO N°		OS 220113.01 DA		PROTOCOLO (Informe de ensayo)														3 DE 6																									
DATOS DEL CLIENTE										ANÁLISIS REQUERIDOS																																	
Razón Social:										PRESERVACIÓN		OTRO 8°C																															
RUC:										pH=8																																	
Dirección:										pH=2																																	
Contacto:										PH		Conductividad		Temperatura		Cloro libre		Turbiedad		Dureza		Aluminio		Hierro		Cobre		Cadmio		Cianuros Totales		Cianuros Termolábiles		Amoníaco		Sulfatos		Nitritos		H2SO4: AyG, DOO, Fósforo, Fosforo, Nitrogeno, Muestra sin color: VOC, BTEX, THM HNO3: Dureza, Metales totales y disueltos NaOH: CN, Cr, Sulfuro Acetato de Zn: Sulfuro Tiosulfato de sodio: Microbiológicas, Muestras alógenas (VOC, BTEX, THM, PCB, PAH, nVOC y Pesticidas) Formel 4-S*: Fitoplancton, Zooplancton, Perifiton Alcohol 78*: Macroinvertebrados bentónicos, Microfitas, Necton			
Nombre del Proyecto										NUMERO TOTAL DE FRASCOS POR PUNTO DE MUESTREO		Solidos Disueltos Totales																															
Lugar de Muestreo																																											
Código de punto de muestreo																																											
Descripción de punto de muestreo																																											
Inicio de muestreo																																											
Termino de muestreo																																											
Tipo de muestra (°)																																											
Código de filtro																																											
Coordenadas (UTM)																																											
Altitud (m.s.n.m.)																																											
Indicar con un (✓) en los recuadros inferiores, los análisis requeridos por cada muestra.																																											
Código de laboratorio																																											
ITEM																																											
Código de punto de muestreo																																											
Descripción de punto de muestreo																																											
Inicio de muestreo																																											
Termino de muestreo																																											
Tipo de muestra (°)																																											
Código de filtro																																											
Coordenadas (UTM)																																											
Altitud (m.s.n.m.)																																											
TOTAL DE MUESTRAS INGRESADAS																																											
EQUIPO UTILIZADOS EN EL MUESTREO (Colocar código y marca):																																											
OBSERVACIONES:																																											
ENVASES																																											
CANTIDAD																																											
TIPO (*)																																											
VOLUMEN PESO																																											
* CALIDAD DE AGUA: A. AGUAS NATURALES (1. Agua subterránea (1.1. Agua de manantial, 1.2. Agua termal) 2. Agua superficial (2.1. Río, 2.2. Laguna) 2.3. Agua de deposición atmosférica (Bata o pluvial); B. AGUAS RESIDUALES (1. Agua residual doméstica, 2. Agua residual industrial, 3. Agua residual municipal); C. AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO (1. Agua de bebida (Agua potable/Agua de mesa/Agua embotellada), 2. Agua de piscina, 3. Agua de laguna artificial); D. AGUAS SALINAS (1. Agua de mar, 2. Agua salobre, 3. Salinera, 4. Agua de irrigación y riego); E. AGUA DE PROCESO (1. Agua de circulación o enfriamiento, 2. Agua de alimentación para calderas, 3. Agua de condensar, 4. Agua de extracción, 5. Agua portulaca, 6. Agua de reacción y recuperación); F. CALIDAD DE AIRE: AIRE (Filtro: F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9, F10, F11, F12, F13, F14, F15, F16, F17, F18, F19, F20, F21, F22, F23, F24, F25, F26, F27, F28, F29, F30, F31, F32, F33, F34, F35, F36, F37, F38, F39, F40, F41, F42, F43, F44, F45, F46, F47, F48, F49, F50, F51, F52, F53, F54, F55, F56, F57, F58, F59, F60, F61, F62, F63, F64, F65, F66, F67, F68, F69, F70, F71, F72, F73, F74, F75, F76, F77, F78, F79, F80, F81, F82, F83, F84, F85, F86, F87, F88, F89, F90, F91, F92, F93, F94, F95, F96, F97, F98, F99, F100); G. SALUD OCUPACIONAL: SO (Filtro, etc.); H. CALIDAD DE SUELO: BUE: Suelo, LOD: Lodo, SED: Sedimentos; I. EMISIONES ATMOSFERICAS: EM (Ejemplo: Agua de bebida (C1), Agua subterránea (A1), R1 (A2.1), Agua de piscina (C2), Material Particulado 2.5 Bajo Volumen (AR), etc.); J. CALIDAD DE AGUA: A. AGUAS NATURALES (1. Agua subterránea (1.1. Agua de manantial, 1.2. Agua termal) 2. Agua superficial (2.1. Río, 2.2. Laguna) 2.3. Agua de deposición atmosférica (Bata o pluvial); K. AGUAS RESIDUALES (1. Agua residual doméstica, 2. Agua residual industrial, 3. Agua residual municipal); L. AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO (1. Agua de bebida (Agua potable/Agua de mesa/Agua embotellada), 2. Agua de piscina, 3. Agua de laguna artificial); M. AGUAS SALINAS (1. Agua de mar, 2. Agua salobre, 3. Salinera, 4. Agua de irrigación y riego); N. AGUA DE PROCESO (1. Agua de circulación o enfriamiento, 2. Agua de alimentación para calderas, 3. Agua de condensar, 4. Agua de extracción, 5. Agua portulaca, 6. Agua de reacción y recuperación); O. CALIDAD DE AIRE: AIRE (Filtro: F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9, F10, F11, F12, F13, F14, F15, F16, F17, F18, F19, F20, F21, F22, F23, F24, F25, F26, F27, F28, F29, F30, F31, F32, F33, F34, F35, F36, F37, F38, F39, F40, F41, F42, F43, F44, F45, F46, F47, F48, F49, F50, F51, F52, F53, F54, F55, F56, F57, F58, F59, F60, F61, F62, F63, F64, F65, F66, F67, F68, F69, F70, F71, F72, F73, F74, F75, F76, F77, F78, F79, F80, F81, F82, F83, F84, F85, F86, F87, F88, F89, F90, F91, F92, F93, F94, F95, F96, F97, F98, F99, F100); P. SALUD OCUPACIONAL: SO (Filtro, etc.); Q. CALIDAD DE SUELO: BUE: Suelo, LOD: Lodo, SED: Sedimentos; R. EMISIONES ATMOSFERICAS: EM (Ejemplo: Agua de bebida (C1), Agua subterránea (A1), R1 (A2.1), Agua de piscina (C2), Material Particulado 2.5 Bajo Volumen (AR), etc.); S. CALIDAD DE AGUA: A. AGUAS NATURALES (1. Agua subterránea (1.1. Agua de manantial, 1.2. Agua termal) 2. Agua superficial (2.1. Río, 2.2. Laguna) 2.3. Agua de deposición atmosférica (Bata o pluvial); T. AGUAS RESIDUALES (1. Agua residual doméstica, 2. Agua residual industrial, 3. Agua residual municipal); U. AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO (1. Agua de bebida (Agua potable/Agua de mesa/Agua embotellada), 2. Agua de piscina, 3. Agua de laguna artificial); V. AGUAS SALINAS (1. Agua de mar, 2. Agua salobre, 3. Salinera, 4. Agua de irrigación y riego); W. AGUA DE PROCESO (1. Agua de circulación o enfriamiento, 2. Agua de alimentación para calderas, 3. Agua de condensar, 4. Agua de extracción, 5. Agua portulaca, 6. Agua de reacción y recuperación); X. CALIDAD DE AIRE: AIRE (Filtro: F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9, F10, F11, F12, F13, F14, F15, F16, F17, F18, F19, F20, F21, F22, F23, F24, F25, F26, F27, F28, F29, F30, F31, F32, F33, F34, F35, F36, F37, F38, F39, F40, F41, F42, F43, F44, F45, F46, F47, F48, F49, F50, F51, F52, F53, F54, F55, F56, F57, F58, F59, F60, F61, F62, F63, F64, F65, F66, F67, F68, F69, F70, F71, F72, F73, F74, F75, F76, F77, F78, F79, F80, F81, F82, F83, F84, F85, F86, F87, F88, F89, F90, F91, F92, F93, F94, F95, F96, F97, F98, F99, F100); Y. SALUD OCUPACIONAL: SO (Filtro, etc.); Z. CALIDAD DE SUELO: BUE: Suelo, LOD: Lodo, SED: Sedimentos; AA. EMISIONES ATMOSFERICAS: EM (Ejemplo: Agua de bebida (C1), Agua subterránea (A1), R1 (A2.1), Agua de piscina (C2), Material Particulado 2.5 Bajo Volumen (AR), etc.); AB. CALIDAD DE AGUA: A. AGUAS NATURALES (1. Agua subterránea (1.1. Agua de manantial, 1.2. Agua termal) 2. Agua superficial (2.1. Río, 2.2. Laguna) 2.3. Agua de deposición atmosférica (Bata o pluvial); AC. AGUAS RESIDUALES (1. Agua residual doméstica, 2. Agua residual industrial, 3. Agua residual municipal); AD. AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO (1. Agua de bebida (Agua potable/Agua de mesa/Agua embotellada), 2. Agua de piscina, 3. Agua de laguna artificial); AE. AGUAS SALINAS (1. Agua de mar, 2. Agua salobre, 3. Salinera, 4. Agua de irrigación y riego); AF. AGUA DE PROCESO (1. Agua de circulación o enfriamiento, 2. Agua de alimentación para calderas, 3. Agua de condensar, 4. Agua de extracción, 5. Agua portulaca, 6. Agua de reacción y recuperación); AG. CALIDAD DE AIRE: AIRE (Filtro: F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9, F10, F11, F12, F13, F14, F15, F16, F17, F18, F19, F20, F21, F22, F23, F24, F25, F26, F27, F28, F29, F30, F31, F32, F33, F34, F35, F36, F37, F38, F39, F40, F41, F42, F43, F44, F45, F46, F47, F48, F49, F50, F51, F52, F53, F54, F55, F56, F57, F58, F59, F60, F61, F62, F63, F64, F65, F66, F67, F68, F69, F70, F71, F72, F73, F74, F75, F76, F77, F78, F79, F80, F81, F82, F83, F84, F85, F86, F87, F88, F89, F90, F91, F92, F93, F94, F95, F96, F97, F98, F99, F100); AH. SALUD OCUPACIONAL: SO (Filtro, etc.); AI. CALIDAD DE SUELO: BUE: Suelo, LOD: Lodo, SED: Sedimentos; AJ. EMISIONES ATMOSFERICAS: EM (Ejemplo: Agua de bebida (C1), Agua subterránea (A1), R1 (A2.1), Agua de piscina (C2), Material Particulado 2.5 Bajo Volumen (AR), etc.); AK. CALIDAD DE AGUA: A. AGUAS NATURALES (1. Agua subterránea (1.1. Agua de manantial, 1.2. Agua termal) 2. Agua superficial (2.1. Río, 2.2. Laguna) 2.3. Agua de deposición atmosférica (Bata o pluvial); AL. AGUAS RESIDUALES (1. Agua residual doméstica, 2. Agua residual industrial, 3. Agua residual municipal); AM. AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO (1. Agua de bebida (Agua potable/Agua de mesa/Agua embotellada), 2. Agua de piscina, 3. Agua de laguna artificial); AN. AGUAS SALINAS (1. Agua de mar, 2. Agua salobre, 3. Salinera, 4. Agua de irrigación y riego); AO. AGUA DE PROCESO (1. Agua de circulación o enfriamiento, 2. Agua de alimentación para calderas, 3. Agua de condensar, 4. Agua de extracción, 5. Agua portulaca, 6. Agua de reacción y recuperación); AP. CALIDAD DE AIRE: AIRE (Filtro: F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9, F10, F11, F12, F13, F14, F15, F16, F17, F18, F19, F20, F21, F22, F23, F24, F25, F26, F27, F28, F29, F30, F31, F32, F33, F34, F35, F36, F37, F38, F39, F40, F41, F42, F43, F44, F45, F46, F47, F48, F49, F50, F51, F52, F53, F54, F55, F56, F57, F58, F59, F60, F61, F62, F63, F64, F65, F66, F67, F68, F69, F70, F71, F72, F73, F74, F75, F76, F77, F78, F79, F80, F81, F82, F83, F84, F85, F86, F87, F88, F89, F90, F91, F92, F93, F94, F95, F96, F97, F98, F99, F100); AQ. SALUD OCUPACIONAL: SO (Filtro, etc.); AR. CALIDAD DE SUELO: BUE: Suelo, LOD: Lodo, SED: Sedimentos; AS. EMISIONES ATMOSFERICAS: EM (Ejemplo: Agua de bebida (C1), Agua subterránea (A1), R1 (A2.1), Agua de piscina (C2), Material Particulado 2.5 Bajo Volumen (AR), etc.); AT. CALIDAD DE AGUA: A. AGUAS NATURALES (1. Agua subterránea (1.1. Agua de manantial, 1.2. Agua termal) 2. Agua superficial (2.1. Río, 2.2. Laguna) 2.3. Agua de deposición atmosférica (Bata o pluvial); AU. AGUAS RESIDUALES (1. Agua residual doméstica, 2. Agua residual industrial, 3. Agua residual municipal); AV. AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO (1. Agua de bebida (Agua potable/Agua de mesa/Agua embotellada), 2. Agua de piscina, 3. Agua de laguna artificial); AW. AGUAS SALINAS (1. Agua de mar, 2. Agua salobre, 3. Salinera, 4. Agua de irrigación y riego); AX. AGUA DE PROCESO (1. Agua de circulación o enfriamiento, 2. Agua de alimentación para calderas, 3. Agua de condensar, 4. Agua de extracción, 5. Agua portulaca, 6. Agua de reacción y recuperación); AY. CALIDAD DE AIRE: AIRE (Filtro: F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9, F10, F11, F12, F13, F14, F15, F16, F17, F18, F19, F20, F21, F22, F23, F24, F25, F26, F27, F28, F29, F30, F31, F32, F33, F34, F35, F36, F37, F38, F39, F40, F41, F42, F43, F44, F45, F46, F47, F48, F49, F50, F51, F52, F53, F54, F55, F56, F57, F58, F59, F60, F61, F62, F63, F64, F65, F66, F67, F68, F69, F70, F71, F72, F73, F74, F75, F76, F77, F78, F79, F80, F81, F82, F83, F84, F85, F86, F87, F88, F89, F90, F91, F92, F93, F94, F95, F96, F97, F98, F99, F100); AZ. SALUD OCUPACIONAL: SO (Filtro, etc.); BA. CALIDAD DE SUELO: BUE: Suelo, LOD: Lodo, SED: Sedimentos; BB. EMISIONES ATMOSFERICAS: EM (Ejemplo: Agua de bebida (C1), Agua subterránea (A1), R1 (A2.1), Agua de piscina (C2), Material Particulado 2.5 Bajo Volumen (AR), etc.); BC. CALIDAD DE AGUA: A. AGUAS NATURALES (1. Agua subterránea (1.1. Agua de manantial, 1.2. Agua termal) 2. Agua superficial (2.1. Río, 2.2. Laguna) 2.3. Agua de deposición atmosférica (Bata o pluvial); BD. AGUAS RESIDUALES (1. Agua residual doméstica, 2. Agua residual industrial, 3. Agua residual municipal); BE. AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO (1. Agua de bebida (Agua potable/Agua de mesa/Agua embotellada), 2. Agua de piscina, 3. Agua de laguna artificial); BF. AGUAS SALINAS (1. Agua de mar, 2. Agua salobre, 3. Salinera, 4. Agua de irrigación y riego); BG. AGUA DE PROCESO (1. Agua de circulación o enfriamiento, 2. Agua de alimentación para calderas, 3. Agua de condensar, 4. Agua de extracción, 5. Agua portulaca, 6. Agua de reacción y recuperación); BH. CALIDAD DE AIRE: AIRE (Filtro: F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9, F10, F11, F12, F13, F14, F15, F16, F17, F18, F19, F20, F21, F22, F23, F24, F25, F26, F27, F28, F29, F30, F31, F32, F33, F34, F35, F36, F37, F38, F39, F40, F41, F42, F43, F44, F45, F46, F47, F48, F49, F50, F51, F52, F53, F54, F55, F56, F57, F58, F59, F60, F61, F62, F63, F64, F65, F66, F67, F68, F69, F70, F71, F72, F73, F74, F75, F76, F77, F78, F79, F80, F81, F82, F83, F84, F85, F86, F87, F88, F89, F90, F91, F92, F93, F94, F95, F96, F97, F98, F99, F100); BI. SALUD OCUPACIONAL: SO (Filtro, etc.); BJ. CALIDAD DE SUELO: BUE: Suelo, LOD: Lodo, SED: Sedimentos; BK. EMISIONES ATMOSFERICAS: EM (Ejemplo: Agua de bebida (C1), Agua subterránea (A1), R1 (A2.1), Agua de piscina (C2), Material Particulado 2.5 Bajo Volumen (AR), etc.); BL. CALIDAD DE AGUA: A. AGUAS NATURALES (1. Agua subterránea (1.1. Agua de manantial, 1.2. Agua termal) 2. Agua superficial (2.1. Río, 2.2. Laguna) 2.3. Agua de deposición atmosférica (Bata o pluvial); BM. AGUAS RESIDUALES (1. Agua residual doméstica, 2. Agua residual industrial, 3. Agua residual municipal); BN. AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO (1. Agua de bebida (Agua potable/Agua de mesa/Agua embotellada), 2. Agua de piscina, 3. Agua de laguna artificial); BO. AGUAS SALINAS (1. Agua de mar, 2. Agua salobre, 3. Salinera, 4. Agua de irrigación y riego); BP. AGUA DE PROCESO (1. Agua de circulación o enfriamiento, 2. Agua de alimentación para calderas, 3. Agua de condensar, 4. Agua de extracción, 5. Agua portulaca, 6. Agua de reacción y recuperación); BQ. CALIDAD DE AIRE: AIRE (Filtro: F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9, F10, F11, F12, F13, F14, F15, F16, F17, F18, F19, F20, F21, F22, F23, F24, F25, F26, F27, F28, F29, F30, F31, F32, F33, F34, F35, F36, F37, F38, F39, F40, F41, F42, F43, F44, F45, F46, F47, F48, F49, F50, F51, F52, F53, F54, F55, F56, F57, F58, F59, F60, F61, F62, F63, F64, F65, F66, F67, F68, F69, F70, F71, F72, F73, F74, F75, F76, F77, F78, F79, F80, F81, F82, F83, F84, F85, F86, F87, F88, F89, F90, F91, F92, F93, F94, F95, F96, F97, F98, F99, F100); BR. SALUD OCUPACIONAL: SO (Filtro, etc.); BS. CALIDAD DE SUELO: BUE: Suelo, LOD: Lodo, SED: Sedimentos; BT. EMISIONES ATMOSFERICAS: EM (Ejemplo: Agua de bebida (C1), Agua subterránea (A1), R1 (A2.1), Agua de piscina (C2), Material Particulado 2.5 Bajo Volumen (AR), etc.); BU. CALIDAD DE AGUA: A. AGUAS NATURALES (1. Agua subterránea (1.1. Agua de manantial, 1.2. Agua termal) 2. Agua superficial (2.1. Río, 2.2. Laguna) 2.3. Agua de deposición atmosférica (Bata o pluvial); BV. AGUAS RESIDUALES (1. Agua residual doméstica, 2. Agua residual industrial, 3. Agua residual municipal); BV. AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO (1. Agua de bebida (Agua potable/Agua de mesa/Agua embotellada), 2. Agua de piscina, 3. Agua de laguna artificial); BV. AGUAS SALINAS (1. Agua de mar, 2. Agua salobre, 3. Salinera, 4. Agua de irrigación y riego); BV. AGUA DE PROCESO (1. Agua de circulación o enfriamiento, 2. Agua de alimentación para calderas, 3. Agua de condensar, 4. Agua de extracción, 5. Agua portulaca, 6. Agua de reacción y recuperación); BV. CALIDAD DE AIRE: AIRE (Filtro: F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9, F10, F11, F12, F13, F14, F15, F16, F17, F18, F19, F20, F21, F22, F23, F24, F25, F26, F27, F28, F29, F30, F31, F32, F33, F34, F35, F36, F37, F38, F39, F40, F41, F42, F43, F44, F45, F46, F47, F48, F49, F50, F51, F52, F53, F54, F55, F56, F57, F58, F59, F60, F61, F62, F63, F64, F65, F66, F67, F68, F69, F70, F71, F72, F73, F74, F75, F76, F77, F78, F79, F80, F81, F82, F83, F84, F85, F86, F87, F88, F89, F90, F91, F92, F93, F94, F95, F96, F97, F98, F99, F100); BV. SALUD OCUPACIONAL: SO (Filtro, etc.); BV. CALIDAD DE SUELO: BUE: Suelo, LOD: Lodo, SED: Sedimentos; BV. EMISIONES ATMOSFERICAS: EM (Ejemplo: Agua de bebida (C1), Agua subterránea (A1), R1 (A2.1), Agua de piscina (C2), Material Particulado 2.5 Bajo Volumen (AR), etc.); BV. CALIDAD DE AGUA: A. AGUAS NATURALES (1. Agua subterránea (1.1. Agua de manantial, 1.2. Agua termal) 2. Agua superficial (2.1. Río, 2.2. Laguna) 2.3. Agua de deposición atmosférica (Bata o pluvial); BV. AGUAS RESIDUALES (1. Agua residual doméstica, 2. Agua residual industrial, 3. Agua residual municipal); BV. AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO (1. Agua de bebida (Agua potable/Agua de mesa/Agua embotellada), 2. Agua de piscina, 3. Agua de laguna artificial); BV. AGUAS SALINAS (1. Agua de mar, 2. Agua salobre, 3. Salinera, 4. Agua de irrigación y riego); BV. AGUA DE PROCESO (1. Agua de circulación o enfriamiento, 2. Agua de alimentación para calderas, 3																																											





