

**UNIVERSIDAD MAYOR, REAL Y PONTIFICIA DE
SAN FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA**

VICERRECTORADO

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA



**ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL AGUA DE
LA RED DOMICILIARIA DE LA COMUNIDAD DE PASOPAYA**

TRABAJO EN OPCIÓN A DIPLOMADO EN BROMATOLOGÍA

EUGENIO VELA YUCRA

**SUCRE - BOLIVIA
2024**

CESIÓN DE DERECHOS

Al presentar este trabajo como requisito previo a la obtención del Diploma en Bromatología de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, autorizo al Centro de Estudios de Posgrado e Investigación o a la Biblioteca de la Universidad, para que se haga de este trabajo un documento disponible para su lectura, según normas de la Universidad.

También cedo a la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, los derechos de publicación de este trabajo o parte de él, manteniendo mis derechos de autor hasta un periodo de 30 meses posterior a su aprobación.

Eugenio Vela Yucra

Sucre, octubre de 2024

DEDICATORIA

Esta dedicatoria de conclusión de estudios, principalmente dedico a Dios por permitirme terminar mis estudios y ser siempre mi fuerza para seguir adelante.

A mis queridos padres Vicente Vela y Victoria Yucra, quienes siempre me apoyan en todo momento, quienes fueron mi fuerza y motivo para seguir adelante, sin ellos no hubiera logrado este objetivo por eso estoy tan agradecido con dios por darme unos papas maravillosos.

A mis hermanos Oscar, Sulma, Lucia y Sandra por sus cariños y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento. A toda mi familia porque con sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradecer a Dios, por darme la vida. quien me da la oportunidad de llegar a este punto en mi vida donde estoy cumpliendo unos de mis objetivos gracias amado señor por nunca dejarme sola solo tú sabes lo que es mejor para mí y tengo fe en ti gracias por darme siempre la oportunidad de ser una mejor versión de mí mismo y guiarme en la vida

Agradecer a mi padre Vicente Vela y a mi madre Victoria Yucra por apoyarme por estar en cada etapa por lo que pase de mi carrera y a la Universidad en especial a la Carrera de Química Industrial, a mis docentes.

RESUMEN

El agua es uno de los elementos más importantes, junto con el oxígeno, para la supervivencia del hombre. Es el componente más abundante del cuerpo humano representando un 65 a 70% del peso corporal. Debido a esto, el hombre al ponerse en contacto con el agua, también lo hace con las sustancias que ésta transporta. En ocasiones, estos elementos pueden suponer un riesgo para la salud (sustancias radioactivas, mercurio, plomo, arsénico, pesticidas u organismos patógenos como bacterias o protozoos causantes de variadas enfermedades), por otro lado, pueden ser compuestos fundamentales para el organismo (sodio, calcio, cloro, fósforo, azufre, magnesio, potasio, fierro, entre otras). Sin la seguridad de tener acceso a agua de calidad, los humanos no podríamos sobre vivir por mucho tiempo. Las enfermedades relacionadas con el agua están entre los más comunes malestares y la mayoría de los casos se presentan en los países en desarrollo, se ha estimado que el año 2000, más de 2 billones de personas fueron afectadas por la escasez del agua en unos 40 países, de estos 1,1 billón no tuvo suficiente agua para tomar. Es por esta situación que se planteó el estudio cualitativo y cuantitativo aplicando métodos que permitieron recolectar datos con herramientas basado en normas norma boliviana (NB) 512 Agua Potable en donde encontramos los siguientes datos pH 7,56 9,0 color 15 UCV sabor Turbidez 5 UNT Solidos disueltos totales 91000 mg/L CaCO₃ alcalinidad 370,0 mg/L CaCO₃ conductividad 195 a 1500,0 Us/cm se logró obtener resultados microbiológicos de *Coliformes totales* donde se obtuvo 2400 UFC/100mL y una carga de *Escherichia coli* 9 UFC/100mL, se logró adquirir habilidades y destrezas en la interpretación y conocimiento de métodos y técnicas de muestreo identificando puntos específicos para la toma de muestra, esencial para la interpretación y el desarrollo de la investigación además las etapas que tiene el tratamiento de aguas en el municipio e identificar la infraestructura que con lleva.

Se logró relacionar los resultados obtenidos con las normas nacionales NB512, por lo tanto, se logró identificar que el agua no es apta para el consumo humano ya que los parámetros microbiológicos no se encuentran bajo la norma.

ÍNDICE DE CONTENIDO

página

CAPÍTULO I

INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 OBJETIVOS	2
1.2.1 Objetivo General.....	2
1.2.2 Objetivos Específicos.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.4 METODOLOGÍA.....	3
1.4.1 Tipo de investigación.....	3
1.4.2 Método.....	3
1.4.3 Técnicas de recolección de datos.....	3
1.4.4 Procedimiento.....	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO CONCEPTUAL.....	9
2.2 MARCO CONTEXTUAL	20

CAPÍTULO III

DESARROLLO

3.1 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO ESPECÍFICO	22
3.2 CARACTERIZACIÓN ESPECÍFICA DEL TRATAMIENTO DEL AGUA RED DOMICILIARIA DE LA COMUNIDAD	25
3.3 DIAGRAMA DE OBTENCION DEL PRODUCTO (Agua potable).....	26
3.3.1 Descripción del proceso por etapas.....	27
3.5 CONTROL DE CALIDAD.....	28
3.5.1 Análisis físico químico y microbiológico del agua de red domiciliario.....	29
3.6 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y REFERENCIAS	29
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	31
Conclusiones.....	31

Recomendaciones.....	31
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
ANEXOS	1

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N 1: Clasificación de agua por la dureza.....	6
Tabla N 2: Reporte de resultados de análisis físicoquímico microbiológico	29

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1: Diagrama de bloques de tratamiento de agua potable	26
--	----

INDICE DE FIGURA

Figura 1: Potabilización de agua	20
--	----

ANEXOS

<i>Figura 1: Reporte de ensayo de análisis de laboratorio.....</i>	<i>Anexo1</i>
<i>Figura2: 1do Tanque de almacenamiento para la red de distribución.....</i>	<i>Anexo2</i>
<i>Figura3: 2do tanque de almacenamiento de distribución.....</i>	<i>Anexo3</i>
<i>Figura4: Llenado de tanque provenientes de alimentación de ríos y vertientes.....</i>	<i>Anexo4</i>
<i>Figura5: Toma de muestra 1,2 y transporte en embase.....</i>	<i>Anexo5</i>
<i>Figura6: Mediación de pH.....</i>	<i>Anexo6</i>

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Pasopaya es una comunidad de municipio Presto, provincia Zudáñez, Departamento de Chuquisaca y tiene una altitud de 2.475 metros, que tiene 1160 habitantes que está ubicado a 136 km de sucre y 35 km de municipio presto.

La comunidad de Pasopaya es un área urbana con muchas habitantes que ponen en riesgo su salud por consumir agua de tuberías de muy baja calidad y por esa razón no podemos permitir que sigamos con el mismo problema, mientras la población está en constante crecimiento

El agua potable y el saneamiento básicos son esenciales para la salud, bienestar y la calidad de vida de las personas, constituyéndose, por tanto, en un derecho humano fundamental

Un acceso sostenible al agua potable y el saneamiento básico permite alcanzar niveles más altos de rendimiento escolar, así como incrementar la productividad económica. Los hogares que cuentan con acceso a fuentes mejoradas de agua e instalaciones de saneamiento presentan menor prevalencia de diarrea en todas las edades y en especial, en las niñas y niños de cinco años

Nadie puede vivir sin agua; para mantener un buen estado de salud las personas precisan suficiente agua y necesitan que esta se potable. El agua no es potable si se contamina con microbios y lombrices intestinales provenientes de los desechos humanos y animales (orina y excrementos) los microbios y lombrices intestinales pueden transmitirse a través dell agua o directamente de una persona a otra, causando muchos problemas graves de salud y afectando a todas las personas y estos casos ya se presentaron más en las niñas y niños en la comunidad de Pasopaya.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

- Realizar los análisis físico, químico y microbiológico del agua de la red domiciliaria de la comunidad de Pasopaya del municipio de Santiago de Presto.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar los principales parámetros críticos de control para el agua.
- Tomar distintos puntos de muestreo para ver el tipo de calidad de agua potable que se consume en la comunidad de Pasopaya.
- Definir la calidad del agua según los parámetros analizados en base a la norma NB512 relacionado con la bromatología.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El comité de agua potable y saneamiento básico de Pasopaya es el señor Juan Yucra, su dirigente Vicente vela. El abastecimiento de agua potable para la obtención viene de dos fuentes naturales: uno de la toma y el otro de Quirusilla

En la actualidad tarifa dijo que ocasionalmente el agua que se consume es tratada con cloro cada cuatro meses para la potabilización, mientras que de septiembre hasta diciembre de se deja de realizar el tratamiento y que solo hacen limpieza de las fuentes (tanques), porque la gente tiene mala costumbre de regar en sus sembradíos y calles que hay mucho polvo

Existe muchas razones que justifica la necesidad de requerir agua apta para consumo humano y mejorar las condiciones de vida en la comunidad de Pasopaya, cada vez la calidad del agua es más baja, por la razón de que solo le tratan con cloro el cual no es suficiente para un tratamiento de agua y no hay seguridad de poder consumir sabiendo que nos puede transmitir gran cantidad de enfermedades, diarreas agudas, dolores de estómago, entre otras infecciones y estas contribuyen uno de los principales problemas de salud en la población por estas

razones es necesario es necesario realizar análisis de los parámetros más importantes y poder buscar una solución a los problemas de tratado de agua de consumo humano

Es muy importante el control de calidad y el tratamiento del agua que consumimos para la salud humana y bienestar de la sociedad

1.4 METODOLOGÍA

A continuación, se presenta el tipo de estudio a realizar, los métodos y técnicas a utilizar en el presente trabajo en relación al análisis de aguas.

1.4.1 Tipo de investigación

El área de estudio de esta investigación está centrada en la localidad de Pasopaya. (Villal , 2003)

1.4.2 Método

En base al nivel de esta investigación se considera método cualitativo y cuantitativo, donde se debe asegurar la calidad del producto terminado, analizando el agua dentro de los parámetros fisicoquímicos.

El estudio también es un carácter del método observacional, con un nivel descriptivo, puesto que se lleva a conocer las condiciones del agua, ya que se establecen relaciones entre los aspectos generales según la Norma Técnica Ecuatoriana NB512

1.4.3 Técnicas de recolección de datos

Las técnicas a utilizar para la elaboración de este trabajo son las siguientes:

- **Observación directa:** Ensayos de laboratorios según la NB512
- **Revisión bibliográfica:** Libros artículos y la normativa boliviana

1.4.4 Procedimiento

Métodos

Los métodos que se aplicaran son:

Planificación del Muestreo

Definición de Puntos de Muestreo: Identificar los puntos estratégicos dentro del sistema de distribución de agua de la comunidad, incluyendo fuentes de agua, reservorios y redes de distribución.

Frecuencia de Muestreo: Establecer un calendario de muestreo regular (mensual, trimestral, etc.), ajustado a la normativa vigente y a la capacidad del laboratorio.

Muestreo

Equipos de Muestreo: Usar recipientes limpios y estériles, preferentemente de vidrio o plástico de alta calidad, que no reaccionen con los componentes del agua.

Procedimientos de Muestreo:

- Lavar los recipientes tres veces con el agua a muestrear antes de llenarlos
- Evitar la introducción de burbujas de aire al recoger la muestra para análisis de gases disueltos
- Etiquetar adecuadamente cada muestra con fecha, hora, ubicación y otros detalles relevantes
- Mantener las muestras en condiciones de refrigeración (4°C) si no se pueden analizar inmediatamente, especialmente para parámetros sensibles

Análisis en el Laboratorio

Los análisis se realizan siguiendo métodos estandarizados

Parámetros Físico-Químicos Básicos

- **pH:** Medido usando un pH-metro calibrado

- **Turbidez:** Determinada con un turbidímetro, en unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU).
- **Color:** Evaluado visualmente o mediante un colorímetro
- **Temperatura:** Se mide directamente en el campo o en el laboratorio

Análisis de Sustancias Químicas

Cloro Residual: El cloro libre residual es el remanente del cloro que queda disponible en el agua, después que parte de este reaccione en el proceso de desinfección. La presencia de cloro libre, desde la potabilización hasta el final en las redes, nos aseguran que las aguas de consumo han sido debidamente desinfectadas.

Método de determinación:

Kit de Ortotolidina

Material necesario:

- a) Medidor de cloro
- b) Muestra de agua
- c) Vaso precipitado
- d) Reactivo ortotolidina
- e) Guantes

Procedimiento:

- 1) Enjuagar completamente la celda amarilla tres veces
- 2) Llenar la celda con la muestra hasta la marca de 10 mL
- 3) Añadir 5 gotas del reactivo Ortotolidina
- 4) Tapar la celda de color amarillo y agitar por 20 segundos
- 5) Esperar 20 segundos para que se genere la reacción química y se desarrolle el color amarillo en la muestra

6) Si hay reacción química, comparar el color amarillo que ha tomado la muestra con el que aparece en la guía de colores

7) La concentración de cloro residual correcta debe estar entre 0 – 1 mg/L

-

Medido usando el método DPD (N, N-Dietil-p-fenilendiamina) y un colorímetro

Dureza: La dureza del agua es la concentración de compuestos minerales disueltos, en particular sales de magnesio y calcio. El agua se considera “dura” cuando tiene una elevada concentración de estas sales, mientras que el agua “blanda” las contiene en muy poca cantidad.

La dureza del agua influye en el sabor, en el comportamiento en la cocina, en el funcionamiento de los electrodomésticos y en el mantenimiento de las tuberías y redes de distribución, Las sales de calcio y magnesio pueden formar depósitos que obstruyen las tuberías y los electrodomésticos, lo que puede reducir su vida útil, además, el agua dura puede afectar negativamente el rendimiento de ciertos electrodomésticos del hogar que se utilizan para la limpieza, como lavadoras y lavavajillas.

Según la norma NB 512 que establece los parámetros de control de calidad para consumo humano, la dureza del agua debe oscilar entre 0 a 500 mg/L de CaCO₃. Según la dureza obtenida se clasifica en diferentes niveles, como se muestra en la tabla:

Tabla 1: Clasificación de aguas según la dureza

CLASIFICACIÓN	DUREZA (ppm Ca CO ₃)
Agua suave	0 - 75
Agua poco dura	75 - 150
Agua dura	150 - 300
Agua muy dura	>300

Referencia: Elaboración propia

- **Alcalinidad:** Medida por titulación con ácido fuerte, comúnmente ácido sulfúrico o clorhídrico

Sólidos Disueltos Totales (TDS): El total de sólidos disueltos es una medida del contenido combinado de todas las sustancias inorgánicas y orgánicas contenidas en un líquido en forma molecular, ionizada o en forma de suspensión micro-granular. (Disueltos, 2023)

Método electrométrico

Material necesario:

- a) Medidor de (TDS)
- b) Muestra de agua
- c) Vaso precipitado de 50 mL

Procedimiento:

1. Obtener una muestra de 50 mL en un vaso precipitado
2. Encender el medidor de (TDS)
3. Introducir el medidor de (TDS) al agua
4. Leer el valor obtenido

Análisis microbiológico

El análisis microbiológico de agua se realiza mediante la recolección de muestras de agua de fuentes diferentes, como ríos, lagos, embalses, pozos y plantas de tratamiento de agua. La muestra se somete a pruebas para identificar microorganismos, como bacterias, virus, hongos y parásitos, que pueden ser perjudiciales para la salud humana.

Los procedimientos de análisis microbiológico de agua incluyen la filtración de agua, la tinción de Gram, la incubación y la enumeración de colonias de microorganismos. Los resultados de estas pruebas se utilizan para determinar la calidad microbiológica del agua y para identificar cualquier contaminación presente.

Prueba de coliformes totales: La prueba de coliformes totales es una de las pruebas más comunes que se realizan en el análisis microbiológico de agua. Esta prueba detecta la

presencia de bacterias coliformes, que son indicadores de la presencia de otros microorganismos patógenos.

diagnóstico de *Escherichia coli*: La prueba de coliformes fecales es una prueba más específica que se utiliza para determinar si hay contaminación fecal presente en el agua. Esta prueba detecta la presencia de *Escherichia coli*, una bacteria que se encuentra en el intestino humano y animal.

Interpretación de Resultados

Comparación con Normativas: Los resultados se comparan con los estándares de calidad del agua potable establecidos por la normativa local o internacional (norma boliviana NB 512 que se refiere a la calidad física-química y microbiológica, organoléptica y radiactiva del agua potable, OMS y normas internacionales).

Análisis de Tendencias: Evaluar tendencias a largo plazo en la calidad del agua, para detectar posibles problemas emergentes.

Reporte y Comunicación

Informes: Preparar informes detallados que incluyan los resultados de los análisis, interpretaciones y recomendaciones para las autoridades comunales

Acción Correctiva: Si se detectan contaminantes por encima de los límites permisibles, coordinar con las autoridades para implementar medidas correctivas, como mejorar el tratamiento del agua o identificar y mitigar la fuente de contaminación.

Revisión y Mejora Continua

Auditorías Internas: Realizar auditorías regulares del proceso de muestreo y análisis para identificar áreas de mejora.

Capacitación Continua: Mantener actualizado al personal con las últimas metodologías y normativas en el análisis de calidad de agua.

Este enfoque sistemático asegura la obtención de datos confiables y precisos sobre la calidad del agua potable en un municipio, permitiendo la toma de decisiones informadas para proteger la salud pública. (potable, 2022)

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO CONCEPTUAL

2.1.2 Definición del agua:

Se denomina agua potable, al agua que puede ser consumida sin restricción debido a que, gracias a su calidad no representa un riesgo para la salud. El término se aplica al agua que cumple con las normas de calidad promulgadas por las autoridades locales e internacionales.

Según las guías de la Organización Mundial de la Salud, se dice que el agua es potable si los componentes del mismo no suponen riesgo para la salud del consumidor si éste se bebe el agua durante toda su vida.

La calidad del agua potable en Bolivia está establecida en la Norma NB 512, en ella están incluidos los requisitos físicos – químicos y microbiológicos de control a nivel nacional.

En esta norma establece los valores máximos aceptables determinando la calidad de agua abastecida con destino al uso y consumo humano. (Orellana, 2005)

Características tiene el agua potable

El agua es elemental para la vida. posee cualidades que la convierten en una sustancia única y muy preciada.

Importancia del agua para nuestro cuerpo:

- El cerebro es 75% agua / Una deshidratación moderada puede causar dolor de cabeza y mareo
- Se necesita agua para exhalar
- El agua regula la temperatura del cuerpo
- El agua transporta nutrientes y oxígeno a todas las células en el cuerpo
- El agua humedece el oxígeno para respirar
- El agua protege y amortigua órganos vitales
- El agua ayuda a convertir los alimentos en energía

- El agua ayuda al cuerpo a absorber los nutrientes
- El agua amortigua las articulaciones
- El agua es la parte más grande de nuestros sistemas sanguíneo y linfático, transportando alimento y oxígeno a las células, desechando intrusos y desperdicios
- El agua limpia nuestros riñones de sustancias tóxicas
- El agua balancea nuestros electrolitos, que nos ayudan a controlar la presión sanguínea.
- El agua provee de los minerales que nuestro cuerpo necesita, como: manganeso, magnesio, cobalto y cobre

El agua es un componente esencial de todas las células y participa en numerosas reacciones químicas necesarias para el metabolismo.

El aprovechamiento de los recursos hídricos tiene larga tradición en varios países. Desde las construcciones romanas a los árabes que implantan una cultura del agua al servicio de la agricultura.

En nuestra vida diaria, hacemos diversos usos del agua, al despertar, en usos domésticos: para nuestra higiene bucal y corporal, para cocinar y preparar alimentos, en la limpieza de nuestros hogares y jardines. Para la producción de energía, en actividades recreacionales (ocio y deporte), en la agricultura y para el consumo humano de agua potable que incrementa cada año.

El agua es esencial e indispensable para la supervivencia de los seres vivos. El porcentaje de agua en nuestros cuerpos es más del 50%, es un líquido inodoro y solvente universal, el agua en el planeta está en constante cambio y en movimiento. (saguapac, 6016)

Cuencas, ríos y lagos

Una *cuenca* abarca todo el territorio cuyas aguas confluyen hacia un río, lago o mar. Dentro de una misma cuenca, pueden existir climas (temperatura, insolación, humedad) diferentes según la altitud del terreno. También influye en el clima la orientación de las laderas.

Estas variaciones originan distintos pisos de vegetación. Dentro del cauce de los ríos, el agua circula desde las regiones más altas hacia las más bajas. (Orellana, 2005)

En las zonas en pendiente, el agua fluye con mayor velocidad y fuerza. Por esta razón, aumenta la erosión de las riberas, especialmente cuando no están protegidas por vegetación. Al acercarse a la desembocadura, disminuye la velocidad y aumenta el caudal y la sedimentación del suelo arrastrado. Los lagos son grandes masas de agua que permanecen estacionadas en una depresión del terreno. Generalmente tienen un sistema de ríos o glaciares que los alimentan. La mayoría vierte el exceso de agua a través de otros ríos. Pero existen otros lagos, como el Titicaca, situado entre Bolivia y Perú, que pertenece a una cuenca cerrada. Según la profundidad, en el interior de un lago existen variaciones en la temperatura del agua y en la cantidad de luz solar que llega. Estas variaciones condicionan las posibilidades de vida de las diversas especies vegetales y animales. En cada profundidad, sólo se encuentran las especies que logran modificarse para adaptarse a ella.

Propiedades físicas – químicas del agua

Propiedades físicas del agua: Es la única sustancia que se puede encontrar en **los tres estados de la materia** (líquido, sólido y gaseoso) de forma natural en la Tierra. El **#Agua** en su forma sólida, hielo, es menos densa que la líquida, por eso el hielo flota.

No tiene **color, sabor ni olor**. Su punto de **congelación** es a cero grados Celsius (°C), mientras que el de **ebullición** es a 100 °C (a nivel del mar). El agua del planeta está cambiando constantemente y siempre está en movimiento.

El agua tiene un alto **índice específico de calor**, es decir que tiene la capacidad de absorber mucho calor antes de que suba su temperatura. Por este motivo, el agua adquiere un papel relevante como **enfriador** en las industrias y ayuda a regular el cambio de **temperatura del aire** durante las estaciones del año.

El agua posee una **tensión superficial** muy alta, lo que significa que es **pegajosa y elástica**. Se une en gotas en vez de separarse. Esta cualidad le proporciona al agua **la acción capilar**, es

decir, que se pueda desplazar por medio de las raíces de las plantas y los vasos sanguíneos **y disolver sustancias.**

Propiedades químicas del agua: La fórmula química del agua es H₂O, un átomo de oxígeno ligado a dos de hidrógeno. La molécula del agua tiene carga eléctrica positiva en un lado y negativa del otro. Debido a que las cargas eléctricas opuestas se atraen, las moléculas del agua tienden a unirse unas con otras.

El agua es conocida como el “solvente universal”, ya que disuelve más sustancias que cualquier otro líquido y contiene valiosos minerales y nutrientes.

El **potencial de hidrógeno (pH)** es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El agua pura tiene un pH neutro de 7, lo que significa que no es ácida ni básica.

Otras de sus propiedades químicas son:

- **Reacciona** con los **óxidos ácidos** (compuesto químico binario que resulta de la combinación de un elemento no metal con el oxígeno)
- Reacciona con los **óxidos básicos** (combinación de un elemento metálico con el oxígeno)
- Reacciona con los **metales**
- Reacciona con los **no metales**
- Se une en las sales formando **hidratos**

Siclo del agua: El agua entra en la atmósfera cuando el calor del sol la evapora, especialmente de los océanos. El aire caliente con vapor de agua disuelto asciende y se enfría a causa de la menor densidad de la atmósfera. Al enfriarse, se condensa y origina gotitas de agua tan livianas que permanecen suspendidas en el aire. Estas gotitas se agrupan formando nubes. Las nubes son transportadas por los vientos, a veces a grandes distancias. Las *precipitaciones*, que pueden ser en forma de lluvia, nieve o granizo, se producen cuando las gotas de agua se unen, haciéndose cada vez más grandes y pesadas. Esto sucede cuando las nubes se topan con vientos más fríos o cuando ascienden y se enfrían al encontrarse con la ladera de una montaña. Resumiendo, las precipitaciones se originan por la interacción de dos características del aire:

- su densidad y temperatura disminuyen cuando aumenta la altitud.

- el aire caliente puede contener más humedad que el aire frío.

En consecuencia, cuando el aire que transporta las nubes se enfría (por encontrarse con un viento más frío o por ascender siguiendo la pendiente de la montaña) tiene menos capacidad de retener humedad y la descarga en forma de lluvia, nieve o granizo. Por dicha razón, llueve más en las laderas que se oponen a los vientos húmedos.

En la cordillera de los Andes, los vientos cargados de agua vienen del Océano Pacífico y la descargan en las laderas occidentales. En la zona ecuatorial, también traen las lluvias algunos vientos que acumulan la humedad que produce la transpiración de las plantas de la selva amazónica.

En este caso, la ladera que recoja las precipitaciones será aquella frontal a la dirección del viento. Una vez que atraviesa la montaña, el viento pierde su humedad. Ya no transporta nubes y las lluvias que ocasiona son escasas o nulas.

También es frecuente que llueva cuando las nubes pasan sobre corrientes marinas frías. En este caso, el agua se reincorpora nuevamente a los mares sin ser aprovechada por las plantas y los animales terrestres.

Con relación al agua que cae sobre el suelo, podemos decir:

- Una parte se vuelve a evaporar directamente desde la superficie por acción del calor del sol o de los vientos secos
- Otra parte queda retenida en las capas superiores del suelo y es absorbida por las raíces. Luego será evaporada por la transpiración de las plantas
- El resto se infiltra hacia las capas profundas (agua de *percolación*), y aumenta las reservas de *agua subterránea*. Estas reservas pueden volver a la superficie formando manantiales. Los manantiales dan origen a arroyos que luego se unirán a otras aguas de escurrimiento superficial. Así, se originan los ríos que devolverán a los mares y océanos el agua caída sobre el suelo

Las precipitaciones devuelven al suelo, mares y océanos el agua evaporada por el calor del sol. Este ciclo no se interrumpe jamás.

Cuando el agua cae sobre la tierra, se infiltra lentamente en los suelos que contienen materia orgánica. Lo mismo sucede en los terrenos cubiertos de vegetación, porque el follaje atenúa el impacto de la lluvia. En zonas llanas, el agua puede acumularse en la superficie de los suelos arcillosos y carentes de humus, provocando inundaciones. Si los terrenos son llanos, arenosos y desprovistos de materia orgánica y vegetación protectora, el agua se infiltra con rapidez, llevándose los nutrientes del suelo hacia las aguas subterráneas.

Cuando se trata de terrenos en pendiente, si el suelo no está protegido por la vegetación y no se han construido barreras para detener la fuerza del agua, ésta se escurre sobre la superficie, arrastrando grandes cantidades de tierra (erosión). La tierra arrastrada se sedimenta en las zonas bajas, rellenando el cauce de los ríos y cubriendo los campos de cultivo. Las plantas evitan la erosión porque atenúan con sus hojas el impacto de la lluvia y sostienen el suelo con la red de sus raíces.

Clasificación del agua:

Según su procedencia

Aguas superficiales: son aquellas que se encuentran sobre la superficie del planeta. Esta se produce por la escorrentía generada a partir de las precipitaciones o por el afloramiento de aguas subterráneas.

Pueden presentarse en forma correcta}o, como en el caso de corrientes, ríos y arroyos, o quietas si se trata de lagos, reservorios, embalses, lagunas, humedales, estuarios, océanos y mares.

Para propósitos regulatorios, suele definirse al agua superficial como toda agua abierta a la atmósfera y sujeta a escorrentía superficial. Una vez producida, el agua superficial sigue el

camino que le ofrece menor resistencia. Una serie de arroyos, riachuelos, corrientes y ríos llevan el agua desde áreas con pendiente descendente hacia un curso de agua principal.

Un área de drenaje suele denominarse como cuenca de drenaje o cuenca hidrográfica.

La calidad del agua está fuertemente influenciada por el punto de la cuenca en que se desvía para su uso. La calidad de corrientes, ríos y arroyos, varía de acuerdo a los caudales estacionales y puede cambiar significativamente a causa de las precipitaciones y derrames accidentales. Los lagos, reservorios, embalses y lagunas presentan en general, menor cantidad de sedimentos que los ríos, sin embargo, están sujetos a punto de vista de actividad microbiológica. Los cuerpos de agua quietos tales como lagos y reservorios, envejecen en un período relativamente grande como resultado de procesos naturales. Este proceso de envejecimiento está influenciado por la actividad microbiológica que se encuentra relacionada directamente con los niveles de nutrientes en el cuerpo de agua y puede verse acelerada por la actividad humana.

Es decir, el acuífero consta de una o más capas subterráneas de roca o de otros estratos geológicos que tienen la suficiente porosidad y permeabilidad para permitir ya sea un flujo significativo de aguas subterráneas o la extracción de cantidades significativas de aguas subterráneas.

agua subterránea: es agua presente bajo la superficie terrestre, en espacios rocosos o suelos porosos o en los huecos de las formaciones rocosas. Cerca del 30 por ciento de toda el agua dulce disponible en el mundo es agua subterránea. Una acumulación de agua subterránea es considerada un **acuífero** cuando puede proporcionar una cantidad de agua suficiente para su aprovechamiento por el hombre. La profundidad a la que los espacios de suelo poroso y las grietas o huecos en las rocas están llenos de agua se conoce como nivel freático. El agua subterránea se recarga desde la superficie; puede también salir a la superficie de manera natural a través de manantiales y filtraciones, y puede formar oasis o pantanos. Por otro lado, el agua subterránea se extrae a menudo para su uso en agricultura, industria y consumo humano mediante la construcción de pozos. El estudio de la distribución y movimiento del agua subterránea se denomina hidrogeología.

El agua subterránea representa una fracción importante de la masa de agua presente en los continentes, bajo la superficie de la Tierra, tanto en el suelo como en el subsuelo. El volumen del agua subterránea es mucho más importante que la masa de agua retenida en lagos o circulante, y aunque menor que el de los mayores glaciares, las masas más extensas pueden alcanzar un millón o más de km² (como el Acuífero Guaraní). El agua del subsuelo es un recurso importante, y de él se abastece a una tercera parte de la población mundial,¹ pero de difícil gestión, por su sensibilidad a la contaminación y a la sobreexplotación. El agua subterránea es parte de la precipitación que se filtra a través del suelo hasta llegar al material rocoso que está saturado de agua. El agua subterránea se mueve lentamente hacia los niveles bajos, generalmente en ángulos inclinados (debido a la gravedad) y finalmente llega a los arroyos, los lagos y los océanos.

Es una creencia común que el agua subterránea llena cavidades y circula por galerías. Sin embargo, no siempre es así, pues puede encontrarse ocupando los intersticios (poros y grietas) del suelo, del sustrato rocoso o del sedimento sin consolidar, los cuales la contienen como una esponja. La única excepción significativa la ofrecen las rocas solubles, como las calizas y los yesos, susceptibles de sufrir el proceso llamado karstificación, en el que el agua excava simas, cavernas y otras vías de circulación, el modelo que más se ajusta a la creencia popular.

Un acuífero es una acumulación claramente diferenciada de agua en los poros o grietas de una masa de rocas permeables que permite su circulación. Las rocas almacén pueden ser de materiales muy variados como gravas y areniscas porosas poco cementadas (antiguos sedimentos marinos, de río, playa, eólicos), limos, ciertos tipos de arcilla, calizas agrietadas, e incluso formaciones volcánicas. El nivel superior del agua subterránea se denomina tabla de agua, que en el caso de un acuífero libre corresponde al nivel freático.

Agua de pozo: es una tecnología de captación en la tierra para recoger agua de acuíferos o mantos de aguas subterráneas por bombeo.

Según su estado físico – químico se clasifican en:

- **Agua dulce:** El agua dulce es aquella que se encuentra naturalmente en la superficie de la Tierra en capas de hielo, humedales, lagunas, lagos, ríos y arroyos, y bajo la superficie como agua subterránea en acuíferos y corrientes bajo tierra. Se caracteriza generalmente por tener una baja concentración de sales y sólidos disueltos, generalmente menos de 1.000 mg/l de sales disueltas.
- **Agua salada:** También se denomina agua de mar, siendo la que se encuentra en los océanos y los mares de la Tierra. Se caracteriza por tener una concentración de sales minerales disueltas en torno al 35%, compuestas principalmente por cloruro de sodio, sulfato de magnesio y bicarbonato de calcio. Esta composición varía ligeramente en función de factores como la ubicación geográfica y la profundidad.
- **Agua salobre:** es agua con una salinidad entre el agua dulce y el agua de mar. La salinidad del agua salobre no es condición definida con precisión y se considera que puede abarcar una gran variedad de regímenes de salinidad. El agua salobre puede contener entre 0,5 y 30 gramos de sal por litro, y se encuentra comúnmente en estuarios y marismas, donde el agua dulce se mezcla con el agua de mar.
- **Agua dura:** es aquella que contiene un alto nivel de minerales disueltos, en particular, sales de magnesio y calcio. En química, también se denomina agua calcárea. Esta característica puede influir en la formación de depósitos de cal en tuberías y sistemas de calentamiento, y afectar la eficacia de jabones y detergentes. La dureza se mide en grados alemanes (°dH), donde el agua se considera dura a partir de 8,4 °dH.
- **Agua blanda:** es el agua en la que se encuentran disueltas mínimas cantidades de sales. Se consideran aquellas que tienen menos de 50 mg/l de carbonato cálcico. Este tipo de agua es preferido en aplicaciones industriales y domésticas donde la dureza del agua puede ser problemática, como en sistemas de calderas y en la limpieza.
- **Aguas residuales:** las aguas residuales son cualquier tipo de agua cuya calidad está afectada negativamente por la influencia antropogénica. Según la FAO, se trata de agua que no tiene valor inmediato para el fin para el que se utilizó ni para el propósito para el que se produjo debido a su calidad, cantidad o al momento en que se dispone

de ella. Estas aguas requieren tratamiento antes de su reutilización o vertido al medio ambiente para evitar la contaminación.

- **Aguas negras:** dentro de las aguas usadas, las aguas negras son aquellas que están contaminadas con heces u orina. Son un subtipo de aguas residuales y representan un riesgo significativo para la salud y el medio ambiente debido a su alta carga de patógenos y contaminantes orgánicos.
- **Aguas grises:** las aguas grises son las aguas resultantes del uso doméstico. Tienen mucho menos nitrógeno y fósforo que las aguas negras y están compuestas por materia orgánica e inorgánica y microorganismos. Deben su nombre a su aspecto turbio y su condición de estar entre el agua dulce y potable y aguas residuales. Son generadas por actividades como el lavado de ropa, la ducha y el lavado de platos, y pueden ser reutilizadas para riego y otros usos no potables tras un tratamiento adecuado.
- **Agua de deshielo:** este tipo de agua proviene del derretimiento de nieve y hielo, especialmente en regiones montañosas y polares. Tiene importancia creciente debido al cambio climático y su impacto en los glaciares y las capas de hielo.
- **Agua alcalina:** esta agua tiene un pH superior a 7, debido a la presencia de minerales alcalinos como el calcio, el magnesio y el potasio. A veces se promociona por sus posibles beneficios para la salud, aunque estas afirmaciones no siempre están respaldadas científicamente.
- **Agua de mar desalinizada:** este tipo de agua se obtiene a través del proceso de desalinización, eliminando la sal y otros minerales del agua de mar, convirtiéndola en agua apta para el consumo humano y otros usos.
- **Agua ultrapura:** es agua que ha sido purificada a un grado extremo, eliminando casi todos sus minerales y contaminantes. Se utiliza en industrias y laboratorios donde la presencia de impurezas puede afectar los resultados, como en la fabricación de semiconductores y en la investigación científica.

Clases de agua según su uso y tratamiento

- **Agua potable:** es el agua apta para el consumo humano, que, tras un tratamiento adecuado, puede ser consumida sin que exista peligro para la salud. Es limpia, transparente, sin olores o sabores desagradables y está libre de contaminantes. Este tratamiento incluye procesos como la filtración, la desinfección y la eliminación de contaminantes químicos y biológicos para garantizar su seguridad.
- **Agua bruta:** el agua bruta o agua cruda es el agua que no ha recibido ningún tratamiento. Se encuentra en fuentes y reservas naturales de aguas superficiales y subterráneas. Este tipo de agua puede contener una variedad de contaminantes naturales y antropogénicos, incluyendo microorganismos, compuestos orgánicos e inorgánicos, y puede requerir tratamiento antes de su uso para consumo humano o industrial. Agua de lluvia: Es el agua procedente de la precipitación atmosférica. A menudo se considera blanda y tiene un contenido bajo de minerales disueltos. Sin embargo, puede recoger contaminantes a medida que cae, lo que requiere tratamiento antes de su uso seguro.
- **Agua destilada:** el agua destilada es aquella sustancia cuya composición se basa en la unidad de moléculas de H₂O y ha sido purificada o limpiada mediante destilación. Este proceso implica la evaporación del agua seguida de la condensación, eliminando así la mayoría de sus impurezas y sales disueltas. El agua destilada se utiliza ampliamente en laboratorios, en la fabricación de productos farmacéuticos y en aplicaciones donde se requiere agua de alta pureza.
- **Agua mineral:** es agua que contiene minerales u otras sustancias disueltas que le confieren valores terapéuticos o alteran su sabor. A menudo se extrae de manantiales o fuentes subterráneas.
- **Agua pesada:** Se denomina agua pesada, formalmente óxido de deuterio, a una molécula de composición química equivalente al agua, en la que los dos átomos del isótopo más abundante del hidrógeno, el protio, son sustituidos por dos de deuterio, un isótopo pesado del hidrógeno (también conocido como «hidrógeno pesado»). Su fórmula química es: D₂O o ²H₂O. (zarza, 2023)

Figura 1: Potabilización de agua



Fuente: BIONINCEPRO

2.2 MARCO CONTEXTUAL

Pasopaya es una comunidad que está ubicada en el municipio de Presto, ubicado en la provincia de Jaime Zudáñez del departamento de Chuquisaca al sur del país. Cuenta con una superficie de 765 km² y una población total de 1160 habitantes. La localidad se encuentra a 35 km villa de Presto y 136 km de la ciudad de Sucre, capital constitucional del país. (censo, 2012)

Historia

La comunidad de Pasopaya fue fundada el 31 de mayo de 1953 con el nombre de PASO-PAYA ubicándose en la época colonial.

PASO; nos dice que era la ruta que recorrieron los realistas en la colonia y también la ruta de doña Juana Azurduy de Padilla heroína de nuestro país.

PAYA; abuela

Geografía

La comunidad de Pasopaya se encuentra en la faja subandina formada por serranías bajas con una gran variabilidad topográfica, presentando altitudes de 2.475 m s. n. m. con valles, cabeceras de valle y pequeños bosques entre montañas. Su topografía es escarpada y presenta alta susceptibilidad a la erosión hídrica.

Esta comunidad se encuentra dentro el área protegida de el PALMAR a 2.492 msnm, seca del río grande o Guapay, Pasopaya se encuentra en la parte norte de la fila sabandija limita al este con las comunidades de Rodeo el palmar y el palmar, al oeste con la comunidad de San Lucas Uñuquri, al norte con la comunidad de Charo bamba y Rumi cancha, y al sur con las comunidades de Paso payita y Corralón

Cuenta con varios ríos que recorren la comunidad como el Pasopaya, Presto, Tranca Mayu, Tomoroco, Rodeo y Zudáñez, siendo el principal de su cuenca orográfica el río Grande.

En la comunidad se encuentra también el Área natural de manejo integrado El Palmar, creado en 1997, que cuenta con tres ecorregiones de climas templados a secos.

Economía

Pasopaya tiene grandes superficies cultivadas y una potencialidad ganadera notable, principalmente aquella de la cría del ganado bovino criollo que se adapta a las condiciones agroecológicas predominantes en la zona.³

Los habitantes se dedican al cultivo de papa en los lugares donde hay más humedad, en tanto que el maíz y el trigo son mayormente cultivados en las pampas y laderas medianas, el trigo y cebada en las alturas, arveja y habas en los contornos de las parcelas.

Costumbres

danzas típicas de Pasopaya están: pujllay, el Chuntunqui, una diversidad de Huayños, el Zapateo del Carnaval y las coplas en el idioma quechua.⁵ Los instrumentos más usados de la zona son el charango y la zampoña.

Entre los platos típicos son: El Firi, elaborado de harina de maíz y trigo y servido con queso de cabra, thako lawa el Picante de Pollo criollo y el asado de chancho. (ballejos sucra , 2023)

CAPÍTULO III

DESARROLLO

3.1 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO ESPECÍFICO

Definición del agua

El agua (del latín agua) es una sustancia cuya molécula está compuesta por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H₂O) unidos por un enlace covalente. El término agua, generalmente, se refiere a la sustancia en su estado líquido, aunque esta puede hallarse en su forma sólida, llamada hielo, y en su forma gaseosa, denominada vapor. Es una sustancia bastante común en la Tierra y el sistema solar, donde se encuentra principalmente en forma de vapor o de hielo. Es indispensable para el origen y sustento de la vida.

El agua cubre el 71 % de la superficie de la corteza terrestre. Se localiza principalmente en los océanos, donde se concentra el 96,5 % del total. A los glaciares y casquetes polares les corresponde el 1,74 %, mientras que los depósitos subterráneos (acuíferos), los permafrost y los glaciares continentales concentran el 1,72 %. El restante 0,04 % es el agua dulce disponible en el planeta, de la cual depende la vida en el mismo, que se reparte en orden decreciente entre lagos, humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos. La vida en la Tierra está directamente relacionada con el agua, incluyendo al ser humano, cuyo cuerpo contiene entre un 45 % y un 73 % de agua corporal.

El agua circula constantemente en un ciclo de evaporación o transpiración (evapotranspiración), precipitación y desplazamiento hacia el mar. Los vientos la transportan como vapor de agua o gotitas en suspensión (nubes) desde el mar, en una cantidad aproximada de 45 000 km³ al año. En tierra firme, la evaporación y transpiración contribuyen con 74 000 km³ anuales, por lo que las precipitaciones totales son de 119 000 km³ cada año.⁵

Se estima que aproximadamente el 70 % del agua dulce se destina a la agricultura. El agua en la industria absorbe una media del 20 % del consumo mundial, empleándose en tareas de refrigeración, transporte y como disolvente en una gran variedad de procesos industriales. El consumo doméstico absorbe el 10 % restante. El acceso al agua potable se ha incrementado durante las últimas décadas en prácticamente todos los países.⁸⁹ Sin embargo, estudios de la FAO estiman que uno de cada cinco países en vías de desarrollo tendrá problemas de escasez

de agua antes de 2030; en esos países es vital un menor gasto de agua en la agricultura, modernizando los sistemas de riego.

Ciclo del agua

El ciclo del agua tiene una interacción constante con el ecosistema ya que los seres vivos dependen de esta para sobrevivir, y a su vez ayudan al funcionamiento del mismo. Por su parte, el ciclo hidrológico presenta cierta dependencia de una atmósfera poco contaminada y de un grado de pureza del agua para su desarrollo convencional, y de otra manera el ciclo se entorpecería por el cambio en los tiempos de evaporación y condensación.

Los principales procesos implicados en el ciclo del agua son:

- **Evaporación:** el agua se evapora en la superficie oceánica y también por los organismos, en el fenómeno de la transpiración en plantas y sudoración en animales. Los seres vivos, especialmente las plantas, contribuyen con un 10% al agua que se incorpora a la atmósfera. En el mismo capítulo podemos situar la sublimación, cuantitativamente muy poco importante, que ocurre en la superficie helada de los glaciares o la banquisa.
- **Condensación:** el agua en forma de vapor sube y se condensa formando las nubes, constituidas por agua en gotas minúsculas.
- **Precipitación:** se produce cuando las gotas de agua, que forman las nubes, se enfrían acelerando la condensación y uniéndose las gotas de agua para formar gotas mayores que terminan por precipitarse a la superficie terrestre en razón a su mayor peso. La precipitación puede ser sólida (nieve o granizo) o líquida (lluvia).
- **Infiltración:** ocurre cuando el agua que alcanza el suelo, penetra a través de sus poros y pasa a ser subterránea. La proporción de agua que se infiltra y la que circula en superficie (escorrentía) depende de la permeabilidad del sustrato, de la pendiente y de la cobertura vegetal. Parte del agua infiltrada vuelve a la atmósfera por evaporación o, más aún, por la transpiración de las plantas, que la extraen con raíces más o menos extensas y profundas. Otra parte se incorpora a los acuíferos, niveles que contienen agua estancada o circulante. Parte del agua subterránea alcanza la superficie allí donde

los acuíferos, por las circunstancias topográficas, intersecan (es decir, cortan) la superficie del terreno.

- **Escorrentía:** este vocablo se refiere a los diversos medios por los que el agua líquida se desliza cuesta abajo por la superficie del terreno. En los climas no excepcionalmente secos, incluidos la mayoría de los llamados desérticos, la escorrentía es el principal agente geológico de erosión y de transporte de sedimentos.
- **Circulación subterránea:** se produce a favor de la gravedad, como la escorrentía superficial, de la que se puede considerar una versión. Se presenta en dos modalidades:
 - Primero, la que se da en la zona vadosa, especialmente en rocas karstificadas, como son a menudo las calizas, y es una circulación siempre pendiente abajo.
 - Segundo, la que ocurre en los acuíferos en forma de agua intersticial que llena los poros de una roca permeable, de la cual puede incluso remontar por fenómenos en los que intervienen la presión y la capilaridad.
- **Fusión:** este cambio de estado se produce cuando la nieve pasa a estado líquido al producirse el deshielo.
- **Solidificación:** al disminuir la temperatura en el interior de una nube por debajo de 0 °C, el vapor de agua o el agua misma se congelan, precipitándose en forma de nieve o granizo, siendo la principal diferencia entre los dos conceptos que en el caso de la nieve se trata de una solidificación del agua de la nube que se presenta, por lo general, a baja altura. Al irse congelando la humedad y las pequeñas gotas de agua de la nube, se forman copos de nieve, cristales de hielo polimórficos (es decir, que adoptan numerosas formas visibles al microscopio), mientras que, en el caso del granizo, es el ascenso rápido de las gotas de agua que forman una nube lo que da origen a la formación de hielo, el cual va formando el granizo y aumentando de tamaño con ese ascenso. Asimismo, cuando sobre la superficie del mar se produce una tromba marina (especie de tornado que se produce sobre la superficie del mar cuando está muy caldeada por el sol), este hielo se origina en el ascenso de agua por adherencia del vapor y agua al núcleo congelado de las grandes gotas de agua. El proceso se repite desde el inicio consecutivamente, por lo que nunca se termina ni se agota el agua.

Agua de red domiciliaria:

El producto de agua de red domiciliaria se refiere al suministro de agua potable que llega a las viviendas a través de una red tuberías gestionadas por una empresa o entidad pública o privada. Este sistema de abastecimiento provee agua tratada y segura para el consumo humano, uso doméstico, higiene, riego de plantas y otras actividades.

El agua en las comunidades se refiere al recurso hídrico disponible para el uso colectivo dentro de una comunidad o población. Esta agua puede provenir de diversas fuentes, como ríos, pozos, lagos, sistemas de captación de lluvia o redes de suministro municipales, y es esencial para la vida cotidiana, la salud, la higiene y el desarrollo económico y social de las personas.

En el contexto comunitario, el agua utiliza para múltiples propósitos incluyendo el consumo humano, la preparación de alimentos, la agricultura, la ganadería, la limpieza, y otras actividades domésticas y productivas. La disponibilidad y calidad del agua en las comunidades influyen directamente en la calidad de vida, el bienestar y el desarrollo sostenible de sus habitantes. El acceso adecuado y equitativo al agua es un derecho fundamental y un factor clave para la salud pública y el desarrollo de las comunidades.

3.2 CARACTERIZACIÓN ESPECÍFICA DEL TRATAMIENTO DEL AGUA RED DOMICILIARIA DE LA COMUNIDAD

El tratamiento del agua en una red domiciliaria de una comunidad implica varios pasos para asegurar que el agua que llega a los hogares sea segura y apta para el consumo humano.

Captación: el agua se obtiene de fuentes superficiales (ríos lagos) o subterráneas (pozos, acuíferos). La captación incluye estructuras para recolectar y transportar el agua se almacena en un taque matriz para toda la comunidad del centro poblado de Santiago de Presto y en particular de la comunidad de Pasopaya.

Pretratamiento:

- **Desbaste:** se eliminan materiales grandes como ramas, hojas y basuras mediante rejillas o cribas

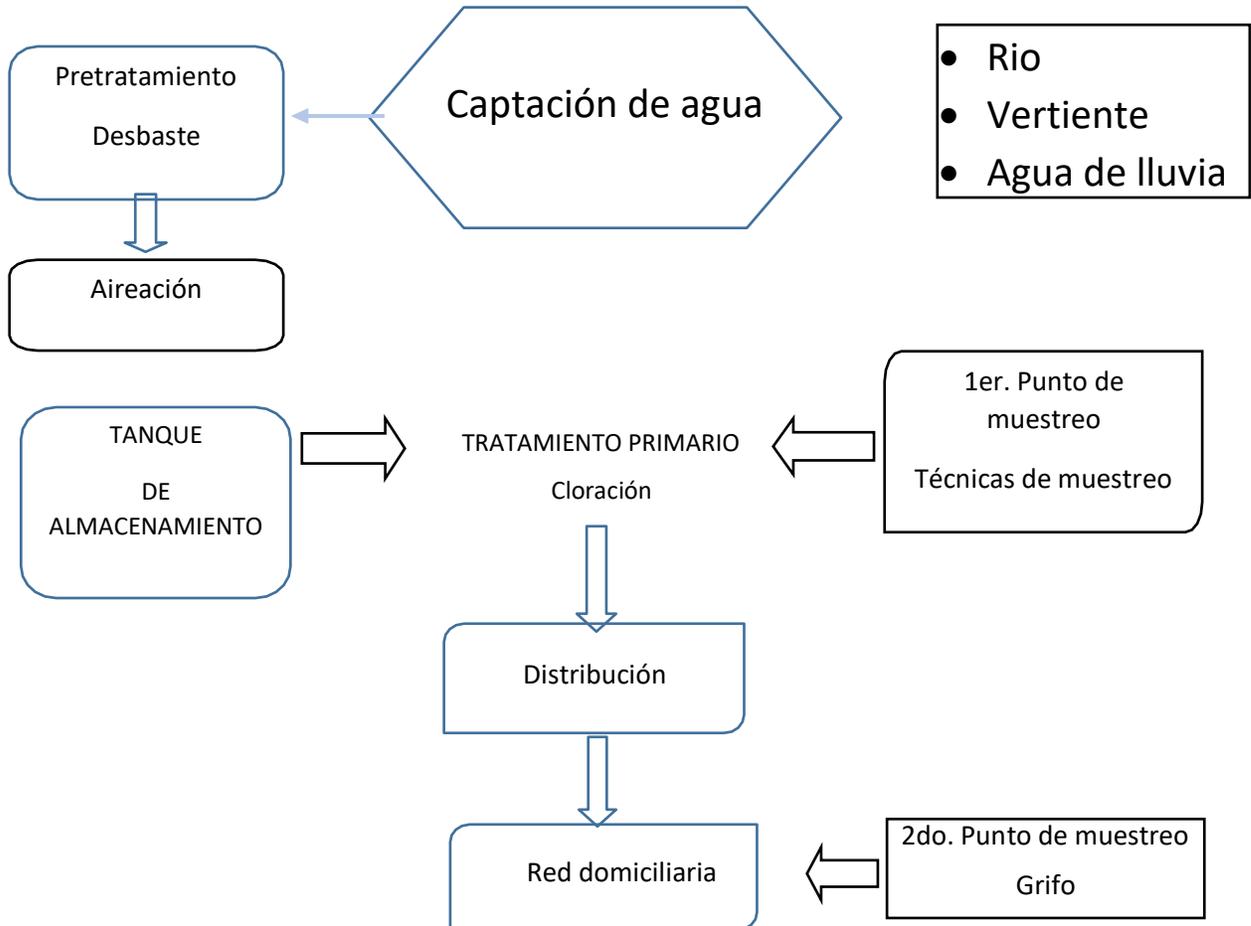
- **Aireación:** se añade aire para oxidar contaminantes y reducir olores

Desinfección:

Almacenamiento y distribución:

3.3 DIAGRAMA DE OBTENCION DEL PRODUCTO (Agua potable)

Diagrama N 1: Potabilización del agua potable



Fuente: Elaboración propia

3.3.1 Descripción del proceso por etapas

Captación de agua: se recolecta el agua de fuentes naturales, de ríos y aguas subterráneas, vertientes. Los cuales se transportan en tuberías de una pulgada que se encuentran en cosechadoras de agua los cuales luego se depositan en los tanques.

Pre tratamiento de desbaste: Se elimina todos los componentes que afectan la calidad de agua ramas basuras y otros.

Aireación: Se realiza para liberar gases de sulfuros provenientes de las vertientes y las cosechadoras de agua.

Tanque de almacenamiento: es una estructura diseñada para almacenar líquidos, como en este caso es el agua para su posterior uso

Identificación de punto de muestreo: es un proceso crucial para obtener datos representativos de una fuente de agua, el objetivo principal es elegir un lugar adecuado donde las muestras recolectadas sean confiables y reflejen con precisión las condiciones del entorno, para este efecto se identificó dos puntos de muestreo:

1. Tanque de almacenamiento
2. Agua de red domiciliaria (vivienda particular Avenida S/N)

Tratamiento primario: en esta etapa se realiza la dosificación de cloro con Hipoclorito de sodio al 1%, con el objetivo de eliminar la carga de microorganismos presentes en el agua

Distribución domiciliaria: el agua es transportada de fuente de abastecimiento hasta las viviendas, este sistema es crucial para garantizar que las personas tengan acceso constante a agua limpia y segura para sus necesidades diarias.

3.5 CONTROL DE CALIDAD

3.5.1 Parámetros de control de calidad de agua de red domiciliario

Parámetros físicos - químicos

- **pH:** debe estar en un rango de 6.5 a 8.5 para asegurar que el agua no sea ni demasiada acida ni alcalina
- **Turbidez:** no debe superar los 5 NTU (unidades nefelométricas de turbidez), ya que un agua muy turbia puede indicar contaminación
- **Sólidos totales (TDS):** el límite máximo es de 500 mg/L
 - Agua excelente:** menos de 300 mg/L
 - Agua buena:** entre 300 y 600 mg/L
 - Agua aceptable:** entre 600 y 1000 mg/L
 - Agua pobre:** entre 1000 y 2000 mg/L (se considera no apta para consumo prolongado)
 - No apto para consumo:** más de 2000 mg/L
- **Cloro residual:** entre 0.2 y 0.5 mg/L, para asegurar una desinfección adecuada sin exceder límites que puedan ser tóxicos
- **Conductividad:** valor máximo de 1,500 uS/cm (microsiemens por centímetro), relacionado con la cantidad de sales disueltas

Parámetros microbiológicos

- **Coliformes totales:** no debe haber Coliformes en 100 mL de muestra
- **Escherichia coli:** no debe estar presente en 100 mL de muestra. La presencia de esta bacteria es un indicador de contaminación fecal

Parámetros organolépticos

- **Sabor y Olor:** deben ser aceptables para el consumidor.
No debe haber olores ni sabores extraños que indiquen contaminación química o biológica

- **Color:** no debe exceder los 15 UH (unidades de Hazen), ya que un color elevado puede indicar la presencia de sustancias indeseables

División de control mínimo, Parámetros de control básico, Parámetros de control complementario, Parámetros de control especial

3.5.2 ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL AGUA DE RED DOMICILIARIO

Según el trabajo propuesto se realizaron los siguientes análisis que a continuación se describen

3.6 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y REFERENCIAS

Tabla: 2 reporte general según norma NB 512

parámetros	resultados	Referencia NB 512	Métodos analíticos	Norma de ensayo (NB512)
<i>pH</i>	7,56	9,0		
<i>color</i>		15 UCV	Numero umbral	
<i>sabor</i>		-----	Numero umbral	
<i>Turbidez</i>		5 UNT	Nefelométrico, jackson	
<i>Solidos disueltos totales</i>	97	1000 mg/L	espectrofotométrico, gravimétrico	
<i>Dureza total</i>	97	500,0 mg/L CaCO ₃	Volumétrico EDTA	
<i>alcalinidad</i>		370,0 mg/L CaCO ₃	volumétrico	
<i>conductividad</i>	195	1500,0 Us/cm		
<i>cloro libre residual</i>	0	1.5 mg/L		
<i>Coliformes totales</i>	2400	<1 UFC/100mL	Membrana filtrante	
<i>Escherichia coli</i>	9	<1 UFC/100mL	membrana filtrante	

Fuente: Elaboración propia

En relación a la tabla se puede observar que, en cuanto a los parámetros organolépticos y solidos disueltos, dureza alcalinidad y conductividad se encuentran dentro de los parámetros

de la NB 512. Sin embargo, el análisis Microbiológico nos refleja que el agua no es apta para el consumo humano debido a la elevada carga microbiana donde se evidencia que se encuentra existe 2200 de Coliformes totales UFC/100mL mas del máximo permisible y 8 veces más del máximo permisible para *Escherichia coli* que representa una contaminación fecal alarmante.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se logó cumplir los objetivos planteados se logó obtener resultados de relevancia bromatológica para el aporte científico en donde se obtuvieron los diferentes parámetros fisicoquímicos y microbiológicos según la norma **NB512** en donde el pH 7,56 9,0 color 15 UCV sabor Turbidez 5 UNT Solidos disueltos totales 91000 mg/L CaCO₃ alcalinidad 370,0 mg/L CaCO₃ conductividad 195 a 1500,0 Us/cm se logó obtener resultados microbiológicos de *Coliformes totales* donde se obtuvo 2400 UFC/100mL y una carga de *Escherichia coli* 9 UFC/100mL, se logó adquirir habilidades y destrezas en la interpretación y conocimiento de métodos y técnicas de muestreo identificando puntos específicos para la toma de muestra, esencial para la interpretación y el desarrollo de la investigación además las etapas que tiene el tratamiento de aguas en el municipio e identificar la infraestructura que con lleva.

Se logó relacionar los resultados obtenidos con las normas nacionales NB512, por lo tanto, se logó identificar que el agua no es apta para el consumo humano ya que los parámetros microbiológicos no se encuentran bajo la norma.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar una planta de tratamiento químico tecnificado, en las etapas de potabilización del agua.
- Se recomienda realizar exámenes parasitológicos
- Se recomienda hervir el agua antes del consumo a todos los pobladores de la comunidad de Pasopaya y el municipio de Santiago de Presto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ballejos sucra , s. (2023). *historia de pasopya* . Obtenido de www.adatum.com
- censo, I. (2012). *numero de hbitantes* . Obtenido de [www:adatum,com](http://www.adatum.com)
- Departamento de Planificacion y Evaluacion Institucional. Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca. (2021). *Directrices Específicas y Operativas de Formulación del POA. Cronograma de Formulación. Objetivos de Gestión Institucionales, Específicos, Catálogo Básico de Indicadores*. Obtenido de <https://usfx.bo/>
- Dirección de Planificación. Ministerio de Economía y Finanzas Bolivia. (2020). *Formulacion del POA*. Obtenido de https://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=0CAIQw7AJahcKEwjoiZWz7-7_AhUAAAAAHQAAAAQAw&url=https%3A%2F%2Frepositorio.economiayfinanzas.gob.bo%2Fdocumentos%2FDGPLA%2FTutorial%2520de%2520Formulaci%25C3%25B3n%2520del%2520POA_Transcrip
- Facultad de Ciencias y Tecnologia. (marzo de 2006). *Revista Informativa de la Facultad de Tecnología. 1*, 120. Sucre, Bolivia: Imprenta Editorial Tupac Katari.
- Facultad de Ciencias y Tecnología. (03 de 2023). *Documentación Administrativa Facultad de Ciencias y Tecnología*. Sucre, Bolivia.
- Facultad de Ciencias y Tecnologia. (30 de 04 de 2023). *SITIO OFICIAL DE LA FACULTAD DE CIENCIAS TECNOLOGIA*. Obtenido de <https://tecnologia.usfx.bo>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2023). *Clasificadores Presupuestarios Gestión 2023*. Obtenido de https://repositorio.economiayfinanzas.gob.bo/documentos/VPCF/DGPGP/2023/Clasificadores_Presupuestarios_Gestion_2023.pdf
- Ortega, C. (2023). *Método analítico: Qué es, para qué sirve y cómo realizarlo*. Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/metodo-analitico/>
- Ortiz Limón, M. (2023). *INFORME DE RENDICION DE CUENTAS DE LA GESTION 2022 DE LA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA*. Sucre.
- potable, a. d. (2022). *analisis de agua potable*. Obtenido de www.adatumm.com
- Ramírez Martínez, I. F. (2013). *APUNTES DE METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. Un Enfoque Crítico*. Sucre: Servicios Gráficos PRISMA - 6465261. Obtenido de https://usfx.bo/Documentos/RepositorioLibros/APUNTES_DE_METODOLOGIA_DE_LA_INV.pdf

Reyes Martínez, I., Cadena Martínez, L., & De León Vázquez, I. (s.f.). *La importancia del análisis de los estados financieros en la toma de decisiones*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Obtenido de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/tlahuelilpan/n4/e2.html>

saguapac. (6016). *moderno programa de control de calidad*. Obtenido de <http://www.adatud.com>

Sánchez Ruiz, E. E. (1991). *Apuntes sobre una metodología histórico-estructural (con énfasis en el análisis de medios de difusión)*. Obtenido de <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/2613>

zarza, I. (2023). *tipos de agua*. Obtenido de www.adatum.com

ANEXOS

Anexo 1

Figura 1: Reporte de ensayo de análisis de laboratorio



UNIVERSIDAD MAYOR, REAL Y PONTIFICIA DE SAN FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA
 FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
 Fundado el 15 de julio de 1986



Nº A-0

ITA-SGC-FO-040.10

INFORME DE ENSAYO MICROBIOLÓGICO Y TOXICOLÓGICO Nº: MIC - 582 / 2024

N. de Muestra: **MIC/435-582** N. Solicitud: **435-2024**

Solicitante: UNIV. EUGENIO VELA YUCRA - T. S. INDUSTRIA DE ALIMENTOS	
Dirección: Zona Luis Espinal	Teléfono: 74454013
Producto: AGUA DE RED	N. de Lote: 1
Cantidad Aprox.: 1 L	Envase: Plástico Marca: ----
Procedencia del Producto: Presto - Pasopaya Fecha elab/venc.: FE:2024-09-18 FV:----	
Muestreado por: Eugenio Vela Yucra	Fecha y hora Muestreo: 2024-09-18 10:05
Lugar y punto de muestreo: Red Domiciliaria Familia Vela	
Fecha y hora Recepción en Laboratorio: 2024-09-20 08:00	Fecha y Hora de Ensayo: 2024-09-20 12:00
Fecha de Emisión Informe: 2024-09-27	
Condiciones Ambientales de ensayo:	Temperatura °C: 22,6 Humedad relativa %: 33,1

Observaciones: La muestra fue recibida en laboratorio con parámetros solicitados por el cliente, mediante formulario ITA-SGC-FO-D44.20

RESULTADOS:

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	REFERENCIAS*		PRINCIPIO	NORMA DE ENSAYO
			(m)	(M)		
Coliformes totales	NMP/100 ml	> 2400	----	< 2	Tubos Múltiples NMP	NB 32005
Escherichia coli	NMP/100 ml	9	----	< 2	Tubos Múltiples NMP	NB 32005

Nº de Registro de datos: ITA-SGC-FO-048.10 - 0509/2024

NOTA 1.- Los resultados reportados en la tabla se refieren unicamente a la muestra ensayada en laboratorio

NOTA 2.- Los resultados reportados <3 y <1,0*10⁻¹ g o ml significa sin proliferación en la mínima dilución.

(*) Ref. Norma Boliviana NB 512, Agua Potable - Requisitos, junio 2016

Analista: LEN.

Lic. Silvana M. Vega Oros
 RESPONSABLE LABORATORIO
 MICROBIOLOGIA
 INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
 U.M.R.P.S.F.X.CH.

Ing. Eduardo Rivero Zúñiga
 DIRECTOR
 INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS-ITA
 U.M.R.P.S.F.X.CH.





1/1

NOTA: El presente informe de ensayo no puede ser usado o copiado parcialmente sin la autorización del ITA.

F. de Vigencia 2019-01-01 Version 08

Dirección: Barrio Israel s/n (Zona Qara Punku) Teléfono: Fax (591) (4)6462672 63738940

Fuente: Instituto de tecnología de alimentos (ITA)

Anexo 2

Figura2: 1do Tanque de almacenamiento para la red de distribución



Fuente: elaboración propia

Anexo 3

Figura3: 2do tanque de almacenamiento de distribución



Fuente: elaboración propia

Anexo4:

Figura4: Llenado de tanque provenientes de alimentación de ríos y vertientes



Fuente: elaboración propia

Anexo 5:

Figura5: Toma de muestra 1,2 y transporte en embace



Fuente: Elaboración propia

Anexo 6:

Figura6: Mediación de pH



Fuente: Elaboración propia