

# CAPÍTULO I

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1.1. MARCO CONCEPTUAL

#### 1.1.1. Agua

Es la sustancia que más abunda en la Tierra y es la única que se encuentra en la atmósfera en estado líquido, sólido y gaseoso. La mayor reserva de agua está en los océanos, que contienen el 97% del agua que existe en la Tierra. Se trata de agua salada, que sólo permite la vida de la flora y fauna marina. El resto es agua dulce, pero no toda está disponible: gran parte permanece siempre helada, formando los casquetes polares y los glaciales.

El agua como sustancia química está compuesta por Hidrógeno y Oxígeno, con la fórmula  $H_2O$ . Es una sustancia compuesta abundante en la Tierra, existiendo en varios estados de la materia como distribuido en diferentes lugares del planeta, principalmente en los océanos y las capas polares, pero también en nubes, lluvia, ríos y arroyos. (Organización mundial de la salud (OMS), 1978-1979).

#### 1.1.2. Agua Potable

Aquella que por sus características organolépticas, físicas, químicas, radiactivas y microbiológicas, se considera apta para el consumo humano y que cumple con lo establecido en la norma Boliviana 512. (Norma Boliviana NB 512).

#### 1.1.3. Aguas Naturales

Aquellas cuyas propiedades originales no han sido modificadas por la actividad humana; y se clasifican en:

- a) **Superficiales**, como aguas de lagos, lagunas, pantanos, arroyos con aguas permanentes y/o intermitentes, ríos y sus afluentes, nevados y glaciares;
- b) **Subterráneas**, en estado líquido o gaseoso que afloran de forma natural o por efecto de métodos artificiales;

c) **Meteoricas o Atmosféricas**, que provienen de lluvias de precipitación natural o artificial. (Ley 1333 de Medio Ambiente, Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH)).

#### **1.1.4. Contaminación De Aguas**

Alteración de las propiedades físico-químicas y/o biológicas del agua por sustancias ajenas, por encima o debajo de los límites máximos o mínimos permisibles, según corresponda, de modo que produzcan daños a la salud del hombre deteriorando su bienestar o su medio ambiente. (Ley 1333 de Medio Ambiente (RMCH)).

#### **1.1.5. Obra de Toma de Agua Potable**

La obra de toma es conjunto de estructuras en la zona de captación, que permiten explotar de forma adecuada y eficiente el agua disponible en las fuentes, para beneficio del hombre. (Ruiz, 2007).

#### **1.1.6. Cloración**

La cloración consiste entonces en la adición de cloro al agua, ya sea cloro puro o alguno de sus compuestos, en las dosis adecuadas para cumplir la normativa vigente respecto a la calidad bacteriológica y a la concentración de desinfectante activo residual que debe estar presente en todo punto de la red de distribución de agua potable. (Echeverría, 2008).

#### **1.1.7. Análisis Físico-Químico**

Aplicación de métodos analíticos de laboratorio que permiten determinar las características físicas químicas del agua en forma cualitativa y cuantitativa, incluyéndose las organolépticas como parte de las características físicas. (Norma Boliviana NB 496).

#### **1.1.8. Análisis Bacteriológico**

Aplicación de métodos analíticos de laboratorio que permiten determinar las características bacteriológicas del agua. (NB 496).

### **1.1.9. Red De Distribución**

Conjunto de tuberías, accesorios y dispositivos que permiten la entrega del agua a los consumidores en forma constante con presión apropiada y en cantidad suficiente para satisfacer sus necesidades. (Norma Boliviana NB 495).

### **1.1.10. Riesgo En Salud**

Probabilidad de ocasionar daño a la salud de los consumidores, debido a una operación defectuosa o contaminación en el sistema de abastecimiento de agua. (NB 495).

### **1.1.11. Sistema De Agua Potable**

Conjunto de estructuras, equipos, accesorios e instalaciones que tienen por objeto transformar la calidad del agua y transportarla desde la fuente de abastecimiento hasta los puntos de consumo, en condiciones adecuadas de calidad, cantidad y presión. (NB 495).

### **1.1.12. Usuario (Consumidor)**

Toda persona natural o jurídica, pública o privada, que utiliza alguno de los servicios de agua potable o alcantarillado sanitario para sus actividades, con los propósitos mencionados en el Reglamento Nacional para el Control de la Calidad de Agua para Consumo Humano. (NB 495).

## **1.2. MARCO TEÓRICO**

### **1.2.1.1. ENFERMEDADES QUE SE CONTRAE SI EL AGUA NO ESTA CLORADA**

#### **1.2.1.2. Tifoidea**

Esta enfermedad infecciosa se caracteriza por fiebre continua. Otros síntomas son diarrea o estreñimiento, cefaleas, dolores musculares y fatiga. La tifoidea es transmitida por los alimentos o el agua contaminada, por las heces de unas personas que padezca la enfermedad o sea portadora de la misma. Los pescados y mariscos y la

leche son también medios de transmisión importantes, Cualquiera puede contraer esta enfermedad. (Centro de Estudios de Espacios Educativos (CEDE, 2008).

#### **1.2.1.3. La Hepatitis A**

Se trata de una enfermedad vírica sumamente contagiosa que causa una infección hepática leve. Los síntomas pueden ser fiebre, náusea, dolores abdominales, pérdida del apetito e ictericia. La transmisión quizá ocurra por contacto directo de persona a persona, por consumo de agua o hielo contaminados, o por pescados y mariscos cosechados en agua contaminada con aguas residuales, o por frutas, hortalizas u otros alimentos que se comen sin cocinar, si estos se han contaminado durante su manipulación. (CEDE, 2008).

#### **1.2.1.4. Cólera**

Es una enfermedad diarreica aguda, causada por infección intestinal. Es probablemente la más conocida de las enfermedades diarreicas, ya que la mayoría de las personas han oído hablar de ella.

La infección suele ser leve y sin síntomas, pero puede ser grave. Puede contraerse de casos activos de la enfermedad o de sus portadores, simplemente con ingerir alimentos o agua contaminados. También se sabe que el cólera se transmite por ingestión de pescados y mariscos crudos. Esta enfermedad no se propaga directamente de unas personas a otra, por lo que no se corre riesgo de contraerla mediante el contacto social ordinario con una persona infectada. (CEDE, 2008).

#### **1.2.1.5. Criptosporidiosis**

El criptosporidio es un parásito que se encuentra comúnmente en lagos, ríos, arroyos y estanques, especialmente cuando el agua ha sido contaminada con aguas residuales y desechos de animales, La infección puede contraerse de varias maneras:

Al beber agua contaminada, o comer alimentos crudos o poco cocinados que hayan sido contaminados con oocistos (una especie de huevo que constituye la etapa infecciosa del parásito) de criptosporidio.

Por contacto directo con las heces animales o seres humanos infectados; o por transferencia mano-boca de los otocistos presentes en superficies que hayan sido contaminadas con pequeñas cantidades de heces de una persona o animal infectados. Los síntomas son diarrea, náusea, retortijones y fiebre baja. Hasta la fecha no se conoce ninguna forma segura y eficaz de tratamiento para esta enfermedad. (CEDE, 2008).

### **1.3. MARCO LEGAL**

#### **1.3.1. LEY DEL MEDIO AMBIENTE 1333 REGLAMENTO EN MATERIA DE CONTAMINACIÓN HÍDRICA (RMCH)**

**Art. 1°** La presente disposición legal reglamenta la Ley del Medio Ambiente N° 1333 del 27 de abril de 1992 en los referente a la prevención y control de la contaminación hídrica, en el marco del Desarrollo sostenible.

**Art. 2°** El presente reglamento se aplicará a toda persona natural o colectiva, publica privada, cuyas actividades industriales, comerciales, agropecuarias, domésticas, recreativas y otras, puedan causar contaminación de cualquier recurso hídrico.

#### **Capítulo III: De La Clasificación de Cuerpos de Aguas**

**Art. 4°** La clasificación de los cuerpos de agua, según las clases señaladas en el Cuadro N° 1 del presente reglamento, basada en su aptitud de uso y de acuerdo con la políticas ambientales del país en el marco del desarrollo sostenible, será determinada por el Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente (MDSMA). Para ello las instancias ambientales dependientes del prefecto deberán proponer una clasificación, adjuntando la documentación suficiente para comprobar la pertinencia de dicha clasificación. Esta documentación contendrá como mínimo: Análisis de aguas del curso receptor a ser clasificado, que incluya al menos parámetros básicos, fotografías que documenten el uso actual del cuerpo receptor, investigación de las condiciones de contaminación natural y actual por aguas residuales crudas o tratadas, condiciones biológicas, estudio de las fuentes contaminantes actuales y la probable evolución en el futuro en cuanto a la cantidad y calidad de las descargas.

Esta clasificación general de cuerpos de agua, en relación con su aptitud de uso, obedece a los siguientes lineamientos:

**Clase “A”** Aguas naturales de máxima calidad, que las habilita como agua potable para consumo humano sin ningún tratamiento previo, o con simple desinfección bacteriológica en los casos necesarios verificados por laboratorio.

**Clase “B”** Aguas de utilidad general, que para consumo humano requieren tratamiento físico y desinfección bacteriológica.

**Clase “C”** Aguas de utilidad general, que para ser habilitadas para consumo humano requieren tratamiento físico químico completo y desinfección bacteriológica.

**Clase “D”** Aguas de calidad mínima, que para consumo humano, en los caso extremos de necesidad pública, requieren un proceso inicial de pre sedimentación, pues pueden tener una elevada turbiedad por elevado contenido de sólidos en suspensión, y luego tratamiento físico químico completo y desinfección bacteriológica especial contra huevos y parásitos intestinales.

En caso de que la clasificación de un cuerpo de agua afecte la viabilidad económica de un establecimiento, el Representante Legal de éste podrá apelar dicha clasificación ante la autoridad ambiental competente, previa presentación del respectivo análisis costo – beneficio, Ver tabla de límites permisibles. (Ver cuadro 1)

**CUADRO 1**  
**VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES DE PARÁMETROS EN CUERPOS RECEPTORES**

No.	PARÁMETROS	UNIDAD	CANCIERIGENOS	CLASE "A"	CLASE "B"	CLASE "C"	CLASE "D"
1	2	3	4	5	6	7	8
1	pH		NO	6.0 a 8.5	6.0 a 9.0	6.0 a 9.0	6.0 a 9.0
2	Temperatura	°C		+/-3°C de C. Receptor	+/-3 °C de C. receptor	+/-3 °C de C. receptor	+/-3 °C de C. receptor
3	Sólidos disueltos totales:	mg/l		1000	1000	15000	15000
4	Aceites y Grasas	mg/l	NO	Ausentes	Ausentes	0.3	1
5	DBO <sub>5</sub>	mg/l	NO	< 2	< 5	< 20	< 30
6	DQO	mg/l	NO	< 5	< 10	< 40	< 60
7	NMP Colifecales NMP	N/100ml	NO	< 50 y < 5 en 80% muestras	< 1000 y < 200 en 80% de muestras	< 5000 y < 1000 en 80% de muestras	< 50000 y < 5000 en 80% de muestras
8	Parásitos	NI		< 1	< 1	< 1	< 1
9	Color mg. Pt/l	mg/l	NO	< 10	< 50	< 100	< 200
10	Oxígeno disuelto	mg/l	NO	> 80% sat.	> 70% sat.	> 60% sat.	> 50% sat.
11	Turbidez	UNT	NO	< 10	< 50	< 100 < 200 ***	< 200 - 10000 ***
12	Sólidos sedimentables	mg/l - mg/l	NO	< 10 ml/l	< 30 mg/l - 0.1 ml/l	< 50 mg/l - < 1 ml/l	100 - < 1ml/l
13	Aluminio	mg/l		0.2 c. Al	0.5 c. Al	1.0 c. Al	1.0 c. Al
14	Amoniaco	mg/l	NO	0.05 c. NH <sub>3</sub>	1.0 c. NH <sub>3</sub>	2 c. NH <sub>3</sub>	4 c. NH <sub>3</sub>
15	Antimonio	mg/l	NO	0.01 c. Sb	0.01 c. Sb	0.01 c. Sb	0.01 c. Sb
16	Arsénico Total	mg/l	SI	0.05 c. As	0.05 c. As	0.05 c. As	0.1 c. As
17	Benceno	ug/l	SI	2.0 c. Be	6.0 c. Be	10.0 c. Be	10.0 Be
18	Bario	mg/l	NO	1.0 0.05 c. Ba	1.0 c. Ba	2.0 c. Ba	5.0 c. Ba
19	Berilio	mg/l	SI	0.001 c. Be	0.001 c. Be	0.001 c. Be	0.001 c. Be
20	Boro	mg/l		1.01 c. B	1.0 c. B	1.0 c. B	1.0 c. B
21	Calcio	mg/l	NO	200	300	300	400
22	Cadmio	mg/l	NO	0.005	0.005	0.005	0.005
23	Cianuros	mg/l	NO	0.02	0.1	0.2	0.2
24	Cloruros	mg/l	NO	250 c. Cl	300 c. Cl	400 c. Cl	500 c. Cl
25	Cobre	mg/l	NO	0.05 c. Cu	1.0 c. Cu	1.0 c. Cu	1.0 c. Cu
26	Cobalto	mg/l		0.1 c. Co	0.2 c. Co	0.2 c. Co	0.2 c. Co

Fuente: Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH)

**1.3.2. NORMA BOLIVIANA NB 512: CALIDAD DE AGUA POTABLE PARA CONSUMO HUMANO – REQUISITOS.**

**1.3.2.1. Introducción**

La calidad del agua con destino al consumo humano tiene implicaciones importantes sobre los aspectos sociales y económicos que actúan indirectamente sobre el desarrollo de un país.

Caracterizar la calidad del agua a través de la definición de los valores máximos aceptables de los parámetros organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos es fundamental para proteger la salud pública.

La estructura de la norma toma en consideración la importancia sanitaria de los parámetros a analizar, la calidad y la sensibilidad de las fuentes utilizadas para la producción de agua para consumo humano.

Los objetivos de esta norma son:

- a) Proteger la salud de la población, definiendo y determinando parámetros de calidad del agua, con sus respectivos niveles, basados en principios de gestión de riesgo, con la finalidad de brindar agua apta para consumo humano.
- b) Ser factibles en el contexto del país, tomando en cuenta la capacidad analítica de los laboratorios y las condiciones técnico-económicas de las entidades prestadoras de servicios de agua y alcantarillado (EPSA).
- c) Establecer parámetros para el control y vigilancia de la calidad del agua de consumo humano, de acuerdo con la realidad nacional, sin que ello implique poner en riesgo la salud humana.

### Objeto

Esta norma establece los valores máximos aceptables de los diferentes parámetros, que determinan la calidad de agua abastecida con destino al uso y consumo humano y las modalidades de aplicación y control.

### 1.3.2.2. Requisitos

#### ❖ Requisitos Físicos y Organolépticos

#### CUADRO 2

#### REQUISITOS FÍSICOS Y ORGANOLÉPTICOS

Características	Valor máximo aceptable	Observaciones
Color (**)	15 UCV	UCV = Unidad de color verdadero (y no presentar variaciones anormales) – UCV en unidades de platino cobalto
Sabor y olor (*)	-----	Deben ser aceptables
Turbiedad (**)	5 UNT	UNT = unidades nefelométricas de turbiedad
Sólidos totales disueltos (**)	1 000 mg/l (***)	Valor superior influye en la aceptabilidad

Fuente: NB 512

(\*) Para efectos de evaluación, el sabor y el olor se determinan por medio de los sentidos.

(\*\*) Para efectos de evaluación, el color, la turbiedad y los sólidos totales disueltos, se determinan por medio de métodos analíticos de laboratorio.

(\*\*\*) Valores superiores pueden influir en la apariencia, el sabor, el olor o perjudicar otros usos del agua

### ❖ Requisitos Químicos

**CUADRO 3**  
**REQUISITOS QUÍMICOS**

Características	Valor máximo aceptable	Observaciones
Dureza total	500 mg/L CaCO <sub>3</sub>	
pH(1)	9,0	Límite inferior 6,5
<b>Compuestos inorgánico</b>		
Arsénico As	0,05 mg/L (*)	Valor mayor tiene efecto sobre la salud
Bario Ba	0,7 mg/L (*)	Valor mayor tiene efecto sobre la salud
Boro B	0,3 mg/L (**)	Valor mayor tiene efecto sobre la salud
Cadmio	0,005 mg/L (*)	Valor mayor tiene efecto sobre la salud
Cianuro	0,07 mg/L (*)	Valor mayor tiene efecto sobre la salud
Cloruros (2)	250,0 mg/L (*)	Valores mayores originan sabor y corrosión
Cobre	1,0 mg/L (**)	Valor mayor tiene efecto sobre la salud
Cromo total	0,05 mg/L (*)	Valor mayor tiene efecto sobre la salud
Fluoruro(3)	1,5 mg/L (**)	Deberá tenerse en cuenta la adaptación climática del lugar
Hierro total	0,3 mg/L (**)	
Manganeso	0,1 mg/L (**)	
Mercurio	0,001 mg/L (*)	Valor mayor tiene efecto sobre la salud
Níquel	0,05 mg/L (*)	Valor mayor tiene efecto sobre la salud
Aluminio	0,2 mg/L (*)	Valor mayor tiene efecto sobre la salud
Amoniaco NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,5 mg/L (**)	
Antimonio	Sb 0,005 mg/L (*)	Valor mayor tiene efecto sobre la salud
Nitritos (4)	0,1 mg/L (*)	Valor mayor tiene efecto sobre la salud
Nitratos (4)	45,0 mg/L (*)	Valor mayor tiene efecto sobre la salud
Plomo	0,01 mg/L (*)	Valor mayor tiene efecto sobre la salud
Selenio Se	0,01 mg/L (*)	Valor mayor tiene efecto sobre la salud
Sulfatos SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	400, mg/L (**)	
Zinc (Zn)	5,0 mg/L (**)	
Compuestos orgánicos		
Acrilamida (5)	0,5 µg/L	
Epiclorohidrina (5)	0,4 µg/L	
Benceno	5,0 µg/L	

Benzo[a]pireno	0,2 µg/L	
Cloroformo	200,0 µg/L	
THM (trihalometanos totales)	100,0 µg/L	
Cloruro de vinilo	2,0 µg/L	
Fenol	2,0 µg/L	

Fuente: NB 512

(1) Adoptar con respecto al equilibrio calcio-carbónico, corresponde a un parámetro físico-químico.

(2) La condición según la cual  $(NO_3(\text{nitrato})-/45) + (NO_2(\text{dióxido de nitrógeno})-/0,1) < 1$ .

(3) Todos y cada uno de los sistemas de agua, deben declarar por escrito al Estado, que si usan acrilamida y/o epíclorohidrina para tratar el agua, la combinación (o producto) de dosis y cantidad del monómero, no superará los niveles especificados, a saber: Acrilamida = 0,05 %, dosificada a razón de 1 mg/l (o su equivalente); epíclorohidrina = 0,01 %, dosificada a razón de 20 mg/l (o su equivalente).

(\*) Posibles efectos sobre la salud por exposición que supere el valor máximo aceptable.

(\*\*) Valores superiores pueden influir en la apariencia, el sabor, el olor o perjudicar otros usos del agua.

(\*\*\*) La inclusión de estos parámetros, es concordante con lo señalado en las guías de la Organización Mundial de la Salud (OMS-95), cifras obtenidas por redondeo, asignando el 10 % de la Ingesta Diaria Tolerable (IDT).

❖ **Requisitos Microbiológicos**

**CUADRO 4**

**REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS**

Características	Valor máximo aceptable	Observaciones
Coliformes totales	0 UFC/100ml	Por filtro de membrana
	< 2 NMP/100 ml (*)	Por número más probable(NMP)
Escherichia coli	0 UFC/100ml	Por filtro de membrana
	< 2 NMP/100 ml (*)	Por número más probable(NMP)
Coliformes termo resistentes (**)	0 UFC/100 ml	
Pseudomona Aeruginosa (***)	0 UFC/100 ml	
Heterotróficas Totales (****)	500 UFC/100 ml	
Clostridium Perfringens (***)	0 UFC/100 ml	
Amebas (****)	ausencia	
Giardia (***) (****)	ausencia	
Cryptosporidium (***) (****)	ausencia	

Fuente: NB 512

(\*) 95 % de las muestras, con la serie de cinco (5) tubos.

(\*\*) El análisis de coliformes termoresistentes, solo se debe realizar cuando la concentración de cloro residual es  $\leq 0,2$  mg/l (denominados incorrectamente como coliformes fecales).

(\*\*\*) Son organismos que resisten a la desinfección.

(\*\*\*\*) Son organismos de alta persistencia en el agua.

❖ **Parámetros De Control**

**CUADRO 5**

**PARÁMETROS DE CONTROL**

Características	Valor máximo aceptable	Observaciones
Conductividad	1 500,0 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (**)	
Alcalinidad total (*)	370,0 mg/l $\text{CaCO}_3$ (**)	El mismo está relacionado con el pH

Fuente: NB 512

(\*) Índice de Langelier - 0,5 a + 0,5 para sistemas con tubería metálica.

(\*\*) Valores superiores pueden influir en la apariencia, el sabor, el olor o perjudicar otros usos del agua.

### **1.3.3. NORMA BOLIVIANA NB 496: AGUA POTABLE TOMA DE MUESTRAS.**

#### **1.3.3.1. Introducción**

La determinación de los parámetros físico-químicos, bacteriológicos y radiológicos de caracterización del agua potable, son esenciales para el control de la calidad y permiten garantizar la salud pública. La actividad de muestreo y las frecuencias de control, deben ser confiables y representativas, siendo una de las etapas más importantes dentro del proceso de control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano.

#### **Objeto**

Esta norma establece las condiciones y frecuencias necesarias para llevar a cabo el muestreo representativo de agua potable para ser sometida a análisis físicos, químicos, bacteriológicos y radiológicos y determinar su calidad.

#### **Campo de Aplicación**

El campo de aplicación de esta norma comprende los sistemas de agua potable en los cuales se realizara el muestreo para la caracterización, el control y la vigilancia de la calidad del agua potable.

### 1.3.3.2. Procedimientos de Toma de Muestras

- Procedimiento De Muestreo Parámetros Microbiológicos

#### CUADRO 6

#### PROCEDIMIENTO DE MUESTREO DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

N°	Actividad	Descripción
1	Preparación de los frascos	<p>Preparar los frascos de vidrio de boro silicato ó de polipropileno, de boca ancha, con tapa rosca de plástico, esterilizados y con un capuchón de papel kraft como protector sobre la tapa. La capacidad de los frascos debe ser de 500 ml para los ensayos en membrana filtrante.</p> <p>Si estos frascos se emplean para recolectar muestras de agua que contengan cloro residual (agua tratada), deben tratarse con un agente neutralizador (tiosulfato de sodio), que debe agregarse a los frascos limpios y secos antes de su esterilización, en una concentración de 100 mg/l, esto se consigue agregando 0,1 ml de solución de tiosulfato al 10 % por cada 100 ml de agua.</p>
2	Codificación del frasco de muestreo	Codificar el frasco de muestreo (pone la fecha y el código de la muestra correspondiente).
3	Verificación de las condiciones del grifo	Verificar que el grifo seleccionado, sea de uso constante y no presente deterioros.
4	Limpieza del grifo	Eliminar del grifo cualquier adherencia o suciedad mediante una pinza con una torunda de algodón empapada con alcohol, descartando este material.
5	Esterilización del grifo	Esterilizar el grifo durante un minuto con la llama proveniente de una nueva torunda de algodón emparada en alcohol, siempre con la ayuda de una pinza.
6	Purga de agua del grifo	Abrir el grifo para dejar correr agua de 1 min a 3 min, eliminando impurezas y agua estancada en la tubería.
7	Regulación del flujo	Regular el flujo de agua proveniente del grifo, con el objeto de evitar la salida del neutralizador de cloro del frasco de muestreo.
8	Extracción de la muestra	<p>Destapar el frasco esterilizado y llena con la muestra, sujetando con una mano la tapa con el capuchón protector y con la otra pone el frasco bajo el chorro de agua, evitando el contacto del grifo con la boca del frasco.</p> <p>Dejar un espacio de aire de 1 cm antes de que el agua llegue al tope del frasco, lo que facilita homogenizar la muestra antes de su análisis.</p>
9	Tapado del frasco	Tapar el frasco, enroscando la tapa con el capuchón.
10	Registro de datos	Registrar en las planillas de muestreo, la fecha, hora, temperatura y otros datos que puedan influir en las determinaciones analíticas.
11	Transportar la muestra	Transporta el/los frasco(s) en conservadores con hielo.

Fuente: NB 496.

- **Procedimiento de Muestreo Parámetros Físico-Químicos**

**CUADRO 7**

**PROCEDIMIENTO DE MUESTREO DE PARÁMETROS FÍSICO-  
QUÍMICOS**

<b>N°</b>	<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>
1	Preparación de los frascos	Preparar los frascos de polietileno con una capacidad de 2 "l"; La recolección de muestras para analizar pH se debe tomar en un frasco de 300 ml.
2	Codificación del frasco de muestreo	Codificar el frasco de muestreo (pone la fecha y el código de la muestra correspondiente)
3	Verificación de las condiciones del grifo	Verificar que el grifo seleccionado, sea de uso constante y no presente deterioros.
4	Purga del agua de la red	Dejar correr el agua por las tuberías a objeto de asegurar que la muestra es representativa del agua de la red de suministro y no agua estancada.
5	Enjuague del frasco	Enjuagar el frasco dos (2) a tres (3) veces con la misma muestra.
6	Extracción de la muestra	Llenar el frasco hasta que rebalse, evitando el contacto del grifo con la boca del frasco.
7	Cierre del frasco	Tapar el frasco con sumo cuidado para que no queden burbujas en su interior.
8	Registro de datos	Registrar en las planillas de muestreo, la fecha, hora, temperatura y otros datos que puedan influir en las determinaciones analíticas.
9	Transporte de la muestra	Transportar el/los frasco(s) en conservadores con hielo.

Fuente: NB 496

### **1.3.3.3. TRANSPORTE Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS**

- **Transporte de las Muestras**

Entre la toma de muestras y el análisis deben transcurrir el menor tiempo posible y en ningún caso más de 72 h, debiendo mantenerse la temperatura de la muestra durante el transporte (sólo para análisis físico-químico de muestras de agua). Se transportarán las muestras en cajas adecuadas, para evitar las pérdidas de muestras por transporte.

- **Conservación de las Muestras**

Se deben mantener refrigeradas, manteniendo los recipientes con hielo u otro sistema de enfriamiento durante el tiempo que dure su transporte al laboratorio.

- **Conservadores**

Solo se permitirá agregar a las muestras los preservativos indicados en los métodos normalizados.

El siguiente cuadro establece las condiciones de transporte y conservación de muestras:

**CUADRO 8**

**CONDICIONES DE TRANSPORTE Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS**

Tipo de Muestreo	Descripción
Bacteriología	El tiempo transcurrido entre la toma y el ensayo no debe superar las 24 h. Es importante que durante el transporte, las muestras se mantengan refrigeradas entre 4 °C a 10 °C. Si no pueden procesarse las muestras de inmediato a la hora de su llegada, se guardaran en refrigeración por 24 h..
Físico-químico	Los métodos de preservación, son relativamente limitados y generalmente tienen por objeto: Retardar la hidrólisis de los compuestos y complejos químicos; disminuir la volatilidad de los compuestos
Metales pesados	Después de acidular la muestra, conservar preferiblemente a temperatura de 4 °C para evitar un cambio de volumen ocasionado por la evaporación, en estas condiciones las muestras se mantienen estables por un periodo de hasta 6 meses

Fuente: NB 496.

**1.3.3.4. CONDICIONES DE ENVASES Y TAPAS PARA LAS MUESTRAS**

- **Pretratamiento y/o Limpieza De Los Envases Para Análisis Físico-Químico**

Los envases para análisis físico-químico deben estar perfectamente limpios, libres de cualquier residuo químico. En el momento de la toma de muestras, se debe enjuagar el envase con el agua a muestrear.

El siguiente cuadro especifica el procedimiento de lavado de envases.

### CUADRO 9

#### PROCEDIMIENTO DE LAVADO DE ENVASES SEGÚN EL TIPO DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

Compuestos o elemento a analizar	Envase recomendado	Volumen del envase (ml)	Procedimiento de lavado
Alcalinidad Arsénico Boro Calcio Cloruro Detergentes Dureza total Fluoruro Magnesio pH potasio sodio sulfato sulfuros	Polietileno	1000	Enjuague:  3 veces con agua cruda Una vez con ácido crómico 3 veces con agua cruda Una vez con ácido nítrico 1:1 3 veces con agua destilada
Amoniaco C.O.T. Fosforo total Nitrato Nitrito Nitrógeno total	Polietileno vidrio	250 50	Enjuague:  3 veces con agua cruda Una vez con ácido crómico 3 veces con agua cruda 3 veces con agua destilada
Aluminio Antimonio Cadmio Cianuro total Cobre Cromo Hierro Manganeso Mercurio Níquel Plomo Selenio zinc	Polietileno Vidrio	1000 100	Enjuague:  3 veces con agua cruda Una vez con ácido crómico 3 veces con agua cruda Una vez con ácido nítrico 1:1 3 veces con agua destilada
Acrilamida Benceno Venzo (a) pireno Cloroformo Cloruro de vinilo Fenoles Herbicidas Plaguicidas PCBs Organoclorados	Vidrio ámbar con tapa de teflón	1000	Enjuague:  3 veces con agua cruda Una vez con ácido crómico 3 veces con agua libre de orgánicos 2 veces con acetona Una vez con acetona grado plaguicida 2 veces con hexano grado plaguicida Secar en horno a 360 °C por lo menos 12 h.

Grasas y aceites	vidrio	1000	Enjuague: 3 veces con agua cruda 3 veces con agua libre de orgánicos Lavar con solvente Secar con aire
------------------	--------	------	--

Fuente: NB 496.

- **Pretratamiento y/o Limpieza De Los Envases Para Análisis Bacteriológico**

Se esterilizarán envases en una autoclave a 121 ° C durante 20 min.

### CUADRO 10

#### PROCEDIMIENTO DE LAVADO PARA ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

Tipo de análisis	Envase recomendado	Volumen del envase (ml)	Procedimiento de lavado
Bacteriológico	Polietileno	500	Esterilizar y para agua potable, adicionar al frasco, antes de esterilizar, tiosulfato de sodio, con el fin de neutralizar la acción del cloro residual
	Vidrio	500	

Fuente: NB 496.

**CAPÍTULO II**  
**MATERIALES Y MÉTODOS**

**1. MATERIALES Y MÉTODOS**

**1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

**CUADRO 11**  
**UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

<b>País</b>	<b>Bolivia</b>
Departamento	Tarija
Provincia	O'Connor
Cantón	Tarupayo Este
Ubicación	21°19'27.25"S y 63°57'16.96"O
Altitud	800- 1200 msnm

Fuente: PDM, 2008

**1.1.1. Localización**

La comunidad de Tarupayo se encuentra en el municipio de Entre Ríos de la Provincia O'Connor, Departamento de Tarija, el territorio se encuentra en la Tierra Comunitaria de Origen Itika Guazu, aunque no todas las comunidades ubicadas en este territorio son de origen guaraní. (Ver Mapa 1).

Geográficamente esta comunidad o área de estudio se encuentra ubicada entre las coordenadas de 21°19'27.25"S latitud y 63°57'16.96"O longitud a una altitud promedio entre 800- 1200 msnm.

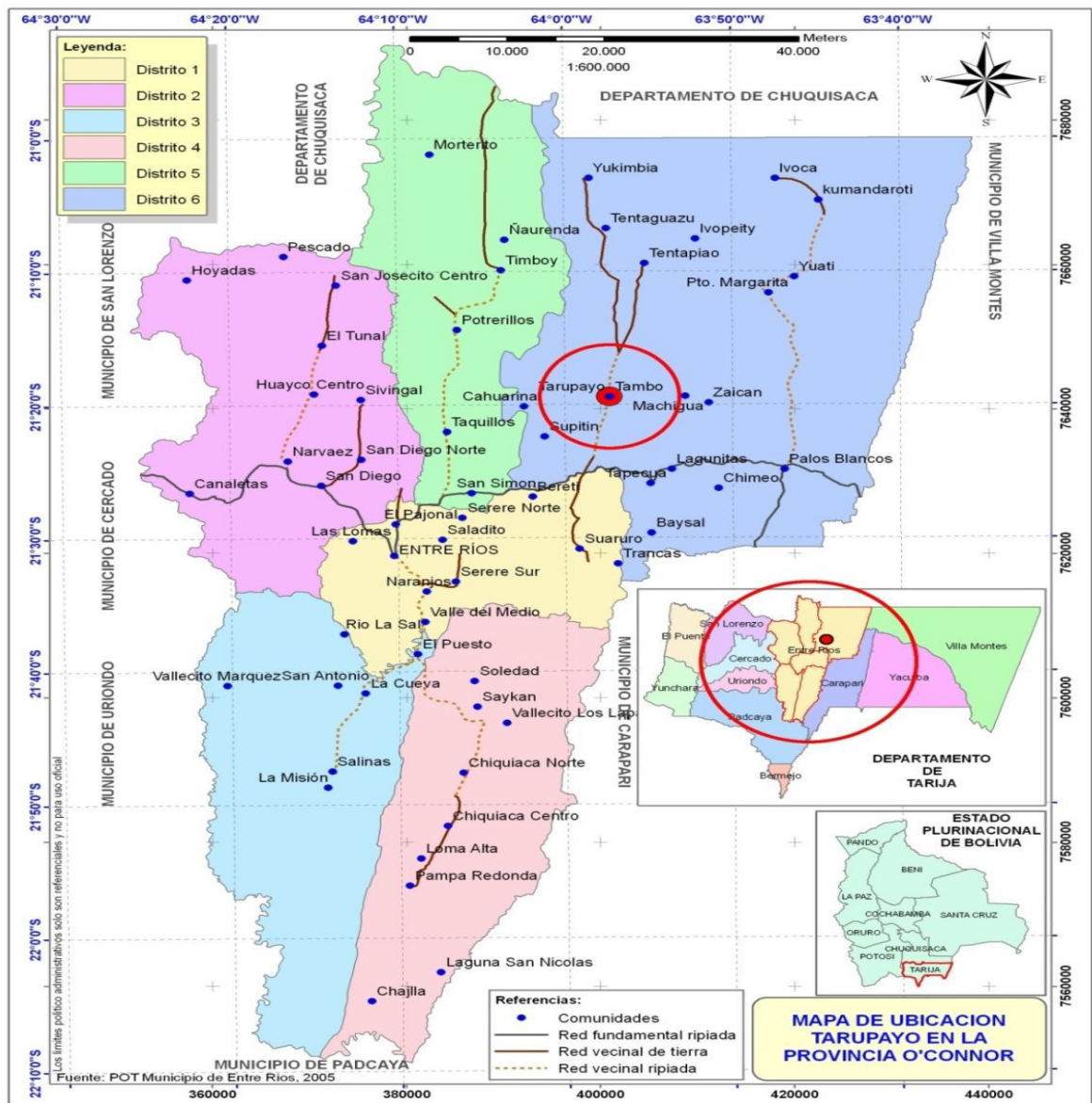
**1.1.2. Geomorfología**

La comunidad de Tarupayo, presenta paisajes geomorfológicos de serranía baja ligeramente disectada, relieve plano fuertemente ondulado a moderadamente escarpado con litología formada por rocas areniscas, limolitas, arcillitas, calizas y otras rocas carbonatadas, recubiertas por una formación vegetal constituida por un bosque de transición de zonas sub húmedas a xeromórfico. (fokkink, Estudio de la cuenca Suaruro-Tarupayo, 2011).

### 1.1.3. Clima

La comunidad de Tarupayo tiene un clima cálido semiárido con una temperatura media anual aproximada de 25° C; con una precipitación media anual de 400-500 mm. (fokkink, Estudio de la cuenca Suaruro-Tarupayo, 2011).

**MAPA 1**  
**MAPA DE UBICACIÓN**



Fuente: Gobierno Municipal de Entre Ríos (GAMER)

### **2.1.3. Suelo**

Los suelos de este sector presentan texturas variables desde franco arenoso en algunos sectores y franco arcilloso arenoso en otros, profundos a muy profundos, colores pardo rojizo a pardo oscuro, drenaje superficial rápido, presencia de rocas y pedregosidad con materia orgánica débilmente a altamente descompuesta. (fokkink, Estudio de la cuenca Suaruro-Tarupayo, 2011).

### **2.1.4. Recursos Hídricos**

La fuente principal de provisión de agua a la comunidad es el río Suaruro que desemboca en el Río Pilcomayo en su curso principal y quebradas adyacentes como ser Rosa Chico, Tunitas, Pie de la Cuesta, Las Antas, Aguadita e Ipaguazu.

Para el consumo humano se tiene dos vertientes que están en las serranías de alto Ipaguazu que dotan de Agua a tres comunidades. (fokkink, Estudio de la cuenca Suaruro-Tarupayo, 2011).

### **2.1.5. Cobertura Vegetal**

La zona baja donde se encuentra la comunidad de Tarupayo se caracteriza por presentar un complejo de bosques bajos, matorrales espinosos, sabanas secas y ocasionalmente se encuentran tierras húmedas en las partes bajas. Las formaciones vegetales presentan con predominancia del estrato arbóreo, mientras que los estratos arbustivos y herbáceos se encuentran en forma dispersa, aglutinándose en masas más densas en las quebradas y depresiones formando microclimas muy particulares. La vegetación esta utilizada mayormente para el pastoreo extensivo.

Los bosques de la cuenca desde los primeros asentamientos hasta la actualidad se han destinado al uso silvopastoril extensivo permanente con alta presión de vacunos, ovinos, caprinos y en menor proporción de los equinos, también existe una importante acción extractiva de leña, madera para construcciones rurales, implementos agrícolas y otros usos domésticos.

Específicamente se caracteriza por presentar bosques ralos y densos de diversas especies sobresaliendo las especies del género *Prosopis* (Algarrobos), la presencia de bosques ralos de quebrachos blancos y colorados (*Shinopsis Lorentzii*), especies aisladas de lapachos (*Tabebuia Ipe*), *Toboroichis* (*Ceiba Speciosa*), guayacán (*Tabebuia Guayacan* (Seem.)), mistol (*Ziziphus Mistol*), cedrillos (*Cedreja sp*), tipas (*Tipuana Tipu*) y la quina (*Cinchona Officinalis*).

Las especies de estrato medio se caracterizan por la presencia de cala pierna, Tuscas (*Acacia aroma*) y otras especies no muy importantes.

El tapiz vegetal por las condiciones de clima de zona de transición entre la región de pie de monte y la llanura chaqueña semiárido, presenta una cobertura vegetal diversa, se pueden encontrar colonias de leguminosas, gramíneas, helechos, musgos y hierbas. (fokkink, Estudio de la cuenca Suaruro-Tarupayo, 2011).

#### **2.1.6. Fauna**

No se cuentan con estudios específicos relacionados a la diversidad, calidad y cadenas alimentarias de las especies que componen la fauna terrestre, sin embargo en numerosos estudios se han realizado evaluaciones aproximadas de la fauna existente y referencias sobre las especies en peligro de extinción.

Aunque no se cuenta con datos censales, la caza de animales ha originado el descenso de la población e incremento de la migración a lugares más alejados de especies consideradas originarios. La intervención antrópica en toda el área ha causado alteraciones irreversibles en la fauna por actividades ganaderas, petroleras y desmontes para cultivos a temporal.

Según informes y determinaciones de la Autoridad de Bosques y Tierras (ABT), existen actualmente especies amenazadas de desaparecer del contexto faunístico del chaco superior y los valles sub andinos, como los jaguares, gato montés, iguanas, yacarés, perdices, charatas, anta y chancho del monte. (fokkink, Estudio de la cuenca Suaruro-Tarupayo, 2011).

### **2.1.7. Principales Actividades Socioeconómicas**

Una pequeña parte de la producción agrícola se destina al autoconsumo, mientras que los excedentes pueden ser comercializados, igual que el ganado menor cuando haya necesidad. La población se dedica a la ganadería, tiene sus ingresos a través de la venta del ganado bovino y el ganado menor.

Tarupayo se caracteriza por la crianza de ganado bovino, la producción de tomate y morrón donde existen sistemas de riego individuales, mayormente con bombeo, por canales de tierra, implicando una baja eficiencia del agua.

Una de las costumbres y tradiciones de la comunidad de Tarupayo es la fiesta de san Antonio que lo festeja el 12-13 y 14 de julio y la fiesta de san Santiago que es festejada el 8-9 y 10 de agosto.

### **2.1.8. Producción Agrícola**

En las comunidades de Huertas, Tambo y Suarurito la actividad principal de los pobladores es la agricultura, consistente en la explotación de cultivos tales como, maíz grano, maní, tomate, morrón, papa y frutales a riego además de la comercialización de los productos cosechados.

Los cultivos del tomate, morrón y papa corresponden a siembras de media estación, las siembras se realizan en forma escalonada desde el mes de febrero con la preparación de los terrenos se efectúan con las últimas lluvias de verano y lloviznas de otoño, y las cosechas empiezan en el mes de mayo hasta inclusive julio agosto.

Los cultivos de maíz, grano y maní, se siembran exclusivamente en verano, estas empiezan con la preparación de suelos en los meses de noviembre y diciembre, las siembras son en diciembre y enero y las cosechas normalmente se efectúan en los meses de abril y mayo.

En Tambo existen propietarios de extensiones grandes que alquilan sus terrenos a personas de afuera, aquellas personas solo tienen el interés en producir sin cuidar los suelos ni aguas. (fokkink, Estudio de la cuenca Suaruro-Tarupayo, 2011).

## **1.2. MATERIALES**

- Material de escritorio (bolígrafo, libreta de campo).
- Cámara fotográfica.
- Computadora e impresora.
- Universal Serial Bus (USB).
- Global Positioning System (GPS).
- Envases de vidrio y plástico para el muestreo.
- Guantes para levantamiento de muestras.
- Conservadora de plastoformo.
- Hielo para conservar las muestras.
- Etiquetas para identificación de las muestra.

## **1.3. METODOLOGÍA**

Dentro de la determinación de la calidad de agua potable en la comunidad de Tarupayo se emplearan los métodos de carácter descriptivo y analítico con la descripción, registro, análisis e interpretación del estado actual; también se utilizara el método cuantitativo para el análisis de muestras.

El trabajo de investigación se basara en la siguiente metodología explicada a continuación.

### **1.3.1. Descripción de la Metodología**

#### **a) Toma de Muestras**

Para la toma de muestras del presente trabajo de investigación se desarrollará conforme con lo que establece la Norma Boliviana (NB 496- 2005) agua potable-toma de muestras que tiene el siguiente procedimiento:

#### **Muestreo**

La toma de muestras para el análisis físico-químico y biológico se realizara en laboratorio a través de muestras simples y puntuales.

### **Puntos De Muestreo**

Es el registro y ubicación de los puntos de muestreo, se tomara en cuenta tres puntos de muestreo para realizar análisis mediante los parámetros existentes en las normativas vigentes. (Ver cuadro 12)

### **Identificación De Puntos De Muestreo**

Todas las muestras serán previamente identificadas, llevando una etiqueta o tarjeta, señalando los datos detallados.

### **Transporte y Conservación De Muestras**

Trasladar las muestras en conservadora con hielo, durante el tiempo que dure el transporte al laboratorio.

### **b) Análisis De Las Muestras**

El análisis físico-químico y biológico de las muestras se realizara en el laboratorio de la cooperativa de servicios de agua Potable y alcantarillado de Tarija (COSAALT).

### **c) Diagnostico**

En el diagnóstico que se realizara a los beneficiarios del sistema de agua potable de Tarupayo se presentara en gráficos de acuerdo a los datos obtenidos.

### **d) Tratamiento Del Tanque Recolector**

Todas las propuestas de tratamiento estarán presentadas de acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de muestras efectuado en el laboratorio de COSAALT

### **e) Análisis Estadístico**

Se realizara análisis de gráficas y cuadros estadísticas mediante tablas de comparación de acuerdo a los datos obtenidos en laboratorios con los parámetros permisibles en las normativas vigentes, luego exponerlas en gráficas y un análisis analítico-descriptivo de los resultados.

## **f) Medidas De Mitigación**

Las medidas de mitigación se presentaran tomando en cuenta a los resultados obtenidos del muestreo de aguas realizado en el área de estudio y de acuerdo al estado en que se encuentra.

### **1.3.2. Métodos Utilizados Para La Toma De Muestras**

Para la toma de muestra se siguió los pasos que especificaban en Norma Boliviana 496 de toma de muestras.(Ver cuadro 6y7)

#### **1.3.2.1. Muestra Para La Determinación Del Análisis Físico-Químico y Microbiológico**

- ❖ Para el análisis Microbiológico se realizó un análisis de Coliformes Termoresistente con lo que se tomó una muestra de 300ml de gua con el objetivo de conocer la eficiencia del agua que consume la comunidad de Tarupayo, se adquirió tres muestras en todo el sistema de agua en recipientes de vidrios esterilizados del laboratorio de COSAALT, los procedimientos de muestreo se realizó de acuerdo a la Norma 496 Agua Potable- Toma de Muestras, se etiqueto los recipientes para la identificación, a medida que fueron tomadas las muestras estas eran colocadas en una conservadora con hielo para la conservación de las aguas.
- ❖ Para el análisis Físico-Químico se tomó una muestra de 2litros de agua en recipientes de plásticos que anteriormente contenían mineral que fueron recomendados por el laboratorio de COSAALT y como explica en la norma 496, para proceder con el muestreo se enjuago los recipientes se tomó la muestra y se trasladó inmediatamente al laboratorio.

A continuación se describirán los tres puntos de muestreo:

#### **Punto 1**

Se realizó el muestreo a 500metros de la toma de captación, en la unión de las dos vertientes (vertiente la Guayaba y vertiente Amamayte nombres dados por los comunarios) en fecha 23 de agosto del 2015 a horas 7:00am.

## **Punto 2**

Se muestreo en el domicilio del señor Efraín Romero a 5Km del tanque recolector en fecha 23 de agosto del 2015 a horas 8:30am.

## **Punto 3**

Se muestreo en el domicilio del señor Aniceto Martínez a 3Km del tanque recolector en fecha 9 de septiembre del 2015 a horas 9:00am. Vale recalcar que esta muestra se realizó por motivo que en el punto 1y2 salieron resultados que requerían un muestreo más.

### **1.3.2.2. Métodos Utilizados en el Laboratorio COSAALT**

La metodología del laboratorio para el análisis de muestras son netamente cuantitativas y cualitativas, por lo que todo los análisis se realizó con la ayuda y explicación de la responsable del laboratorio COSAALT.

Los métodos y parámetros utilizados son los siguientes.

### **CUADRO 12**

#### **PARÁMETROS Y MÉTODOS PARA ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO**

<b>Parámetros</b>	<b>Método o técnica</b>
Alcalinidad total	Volumétrico
Calcio	Volumétrico
Cloruros	Volumétrico
Color	Compar. Visual
Conductividad	Electrométrico
Dureza	Volumétrico
Magnesio	calculo
Manganeso	Espectrofotométrico
PH	Electrométrico
Solidos totales disueltos	Electrométrico
Sulfatos	Nefelometrico
Turbiedad	nefelométrico

Fuente: Laboratorio COSAALT

### CUADRO 13

#### MÉTODO UTILIZADO PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Parámetro	Método o Técnica
Coliformes Termoresistentes	Filtro membrana

Fuente: Laboratorio COSAALT

#### 1.3.3. Para La Realización Del Diagnóstico

Para realizar un diagnóstico en la comunidad de Tarupayo se realizó una serie de preguntas para encuestar a los usuarios del agua potable para así establecer el conocimiento y el beneficio que ellos reciben.

##### ❖ Encuesta

Es una técnica que en el trabajo de campo nos permite recopilar información primaria, actual, concreta y especializada del tema y de la población, mediante la aplicación de una serie de preguntas.

##### ❖ Selección De Las Unidades Familiares

La cantidad de usuarios que tiene el sistema de agua potable de la comunidad de Tarupayo que son 85 beneficiarios que tienen conexión de agua.

En este caso no se aplicó ningún método porque se cuenta con un número reducido de beneficiarios (85), llegándose a aplicar la encuesta al total de beneficiarios.

## CAPÍTULO III

### RESULTADO Y DISCUSIONES

#### 1. RESULTADO

##### 1.1. RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS A LOS BENEFICIARIOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

A continuación se presenta los resultados que se han obtenido de las encuesta a los beneficiarios o socios del sistema de Agua potable de la comunidad de Tarupayo sobre el grado de información, los conocimientos sobre el uso y consumo que tiene la población en relación al Agua que consume, los mismos que se presentan en cuadros y gráficas.

Se presentara un cuadro de género de los beneficiarios.

**CUADRO 14**

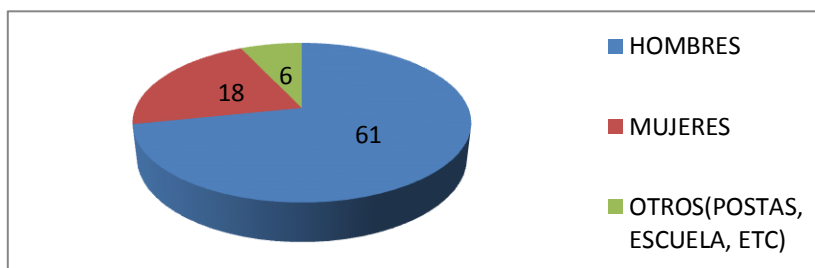
**CUADRO DE LOS BENEFICIARIOS**

<b>GÉNERO</b>	<b>BENEFICIARIOS</b>	<b>PORCENTAJE %</b>
<b>HOMBRES</b>	61	72%
<b>MUJERES</b>	18	21%
<b>OTROS</b> (escuelas y centro de salud)	6	7%
<b>TOTAL</b>	<b>85</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta 2015, Elaboración Propia

**GRÁFICA 1**

**GRÁFICA DE LOS BENEFICIARIOS**



Fuente: Encuesta 2015, Elaboración Propia.

A continuación se exponen los resultados encontrados en las 12 preguntas realizadas en la comunidad.

### **1.1.1. Preguntas Realizadas En La Comunidad De Tarupayo**

#### **❖ ¿Cuántas Fuentes De Agua Existen En Su Comunidad?**

En esta pregunta todos los beneficiarios hicieron conocer que tienen dos fuentes de aguas principales, la primera es la fuente de Agua que consumen y la segunda el río Suaruro que pasa por las tres zonas las Huertas, Tambo y Suarurito.

En la zona de las Huertas se encuentra también la quebrada de Ipaguazu que desemboca al río Suaruro.

Estas fuentes de agua como ser el Río Suaruro en tiempo de sequía disminuye su caudal y tiende a secarse por completo, por lo que afecta en la comunidad para abastecer en la agricultura y ganadería.

#### **❖ ¿Usted Tiene Conocimiento De Donde Proviene El Agua Que Consume Su Comunidad?**

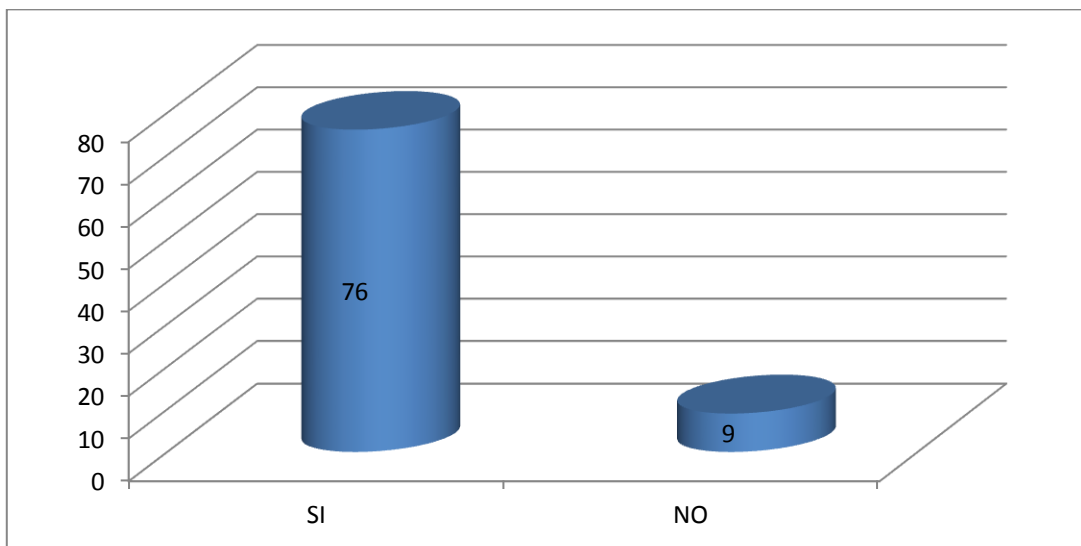
### **CUADRO 15**

#### **CONOCIMIENTO DE DONDE PROVIENE EL AGUA PARA SU COMUNIDAD**

	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>PREGUNTA 2</b>	76	9	<b>85</b>
<b>PORCENTAJE</b>	89%	11%	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta 2015, Elaboración Propia

**GRÁFICA 2**  
**CONOCIMIENTO DE DONDE PROVIENE EL AGUA PARA SU**  
**COMUNIDAD**



En el cuadro 15 y gráfica 2 se expone los resultados de la pregunta, dónde el 89% conocen la fuente de donde proviene el Agua que consume, mientras el 11% no conocen, pero si saben los nombres de las vertientes que dotan de Agua a la comunidad.

Esto se debe a que los beneficiarios realizan la limpieza mensual a todo el sistema de Agua por lo que conocen con exactitud de donde proviene el Agua, los que no conocen son por lo general mujeres, por la distancia que se encuentra la toma de captación no pueden conocerla, pero si tienen conocimiento de los nombres de las dos vertientes.

La comunidad en su mayoría conoce el agua que consume por lo que en su punto de vista de ellos es agua de buena calidad para el consumo.

❖ ¿Usted cree que la Calidad de Agua que Consumen es Buena?

**CUADRO 16**

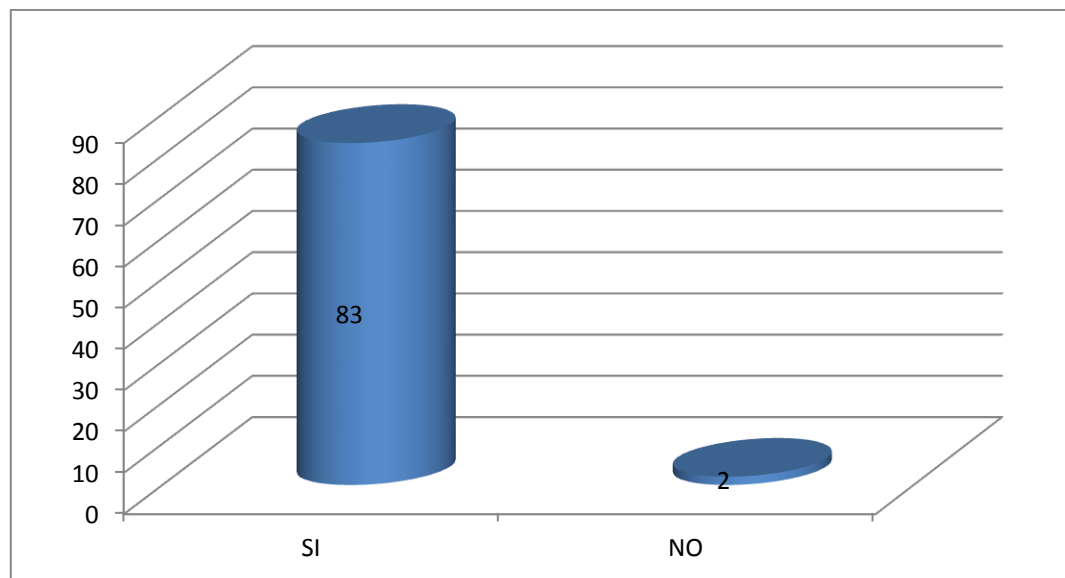
**¿CALIDAD DE AGUA QUE CONSUMEN ES BUENA?**

<b>PREGUNTA 3</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>	<b>TOTAL</b>
	83	2	<b>85</b>
<b>PORCENNTAJE</b>	98%	2%	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta 2015, Elaboración Propia

**GRÁFICA 3**

**¿CALIDAD DE AGUA QUE CONSUMEN ES BUENA?**



Fuente: Encuesta 2015, Elaboración Propia

En el cuadro 16 gráfica 3 muestra los resultados de la pregunta donde el 98% dicen que el agua que consumen es de buena calidad y el 2% dicen que el Agua no es buena.

El 98% de los beneficiarios del sistema de Agua Potable comentaron que el agua que consume es buena porque sale directo de la vertiente, es agua dulce y limpia, por lo que ellos la clasifican que es de buena calidad, el 2% dicen que no es de buena

calidad, a simple vista se puede detectar que es Agua limpia y pura pero realizando análisis creen que está un poco alterada

❖ **¿El Sistema de Agua Potable Funciona Bien en su Comunidad?**

**CUADRO 17**

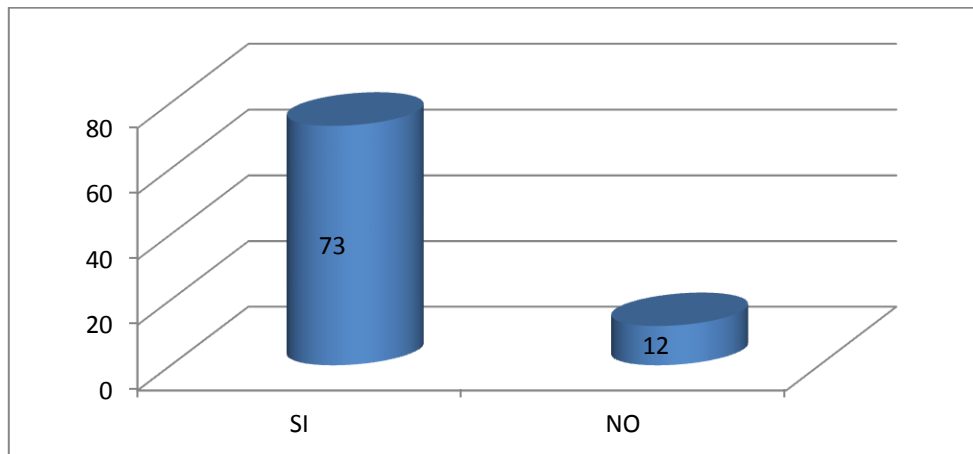
**¿EL SISTEMA DE AGUA POTABLE FUNCIONA BIEN EN SU COMUNIDAD?**

<b>PREGUNTA 4</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>	<b>TOTAL</b>
	73	12	<b>85</b>
<b>PORCENTAJE</b>	86%	14%	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta 2015, Elaboración Propia.

**GRÁFICA 4**

**¿EL SISTEMA DE AGUA POTABLE FUNCIONA BIEN EN SU COMUNIDAD?**



Fuente: Encuesta 2015, Elaboración Propia.

El cuadro 17 y la gráfica 4 muestran las respuestas de los beneficiarios sobre el funcionamiento del sistema de Agua Potable en la Comunidad de Tarupayo, donde el 86% indican que funciona bien toda la red de distribución y el 14% que no está en buen estado y tiene algunas deficiencias.

El 14% que indican que no funciona bien el sistema de Agua Potable por lo que escasea este elemento en sus domicilios sobre todo en tiempo de sequía o cuando existe alguna ruptura de la tubería, esto pasa en la zona de Suarurito que es la más lejana del todo el sistema.

❖ **¿Usted Tiene Conocimiento Si El Agua Recibe Algún Tratamiento En La Red De Distribución?**

**CUADRO 18**

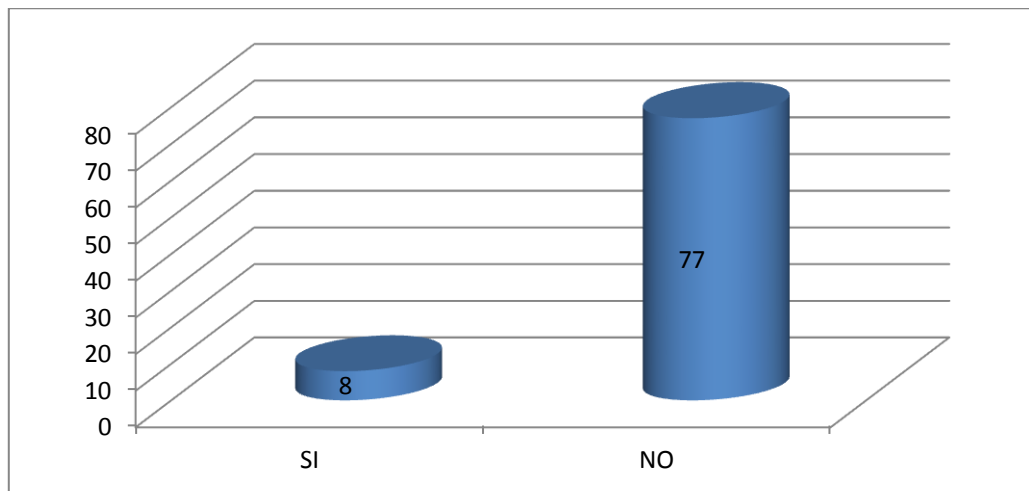
**¿RECIBE ALGÚN TRATAMIENTO EL AGUA EN LA COMUNIDAD?**

<b>PREGUNTA 5</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>	<b>TOTAL</b>
	8	77	<b>85</b>
<b>PORCENTAJE</b>	9%	91%	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta 2015, Elaboración Propia.

**GRÁFICA 5**

**RECIBE ALGUN TRATAMIENTO EL AGUA EN LA COMUNIDAD?**



Fuente: Encuesta 2015, Elaboración Propia.

En el cuadro 18 y gráfica 5 presenta los resultados sobre sobre el tratamiento que recibe el Agua Potable en la comunidad de Tarupayo, el 9% indican que están realizando tratamiento y el 91% dicen que no realizan ningún tratamiento.

En realidad no se realiza ningún tratamiento, solo la limpieza mensual en los tanques recolectores, el 9% que indica que se realiza tratamiento esto debido a un tiempo atrás realizaban un tratamiento de cloración, por lo que algunos beneficiarios piensan que siguen clorando el Agua.

❖ **¿Usted Tiene Conocimiento Si Se Realizan Mantenimientos Continuos En La Red De Distribución?**

**CUADRO 19**

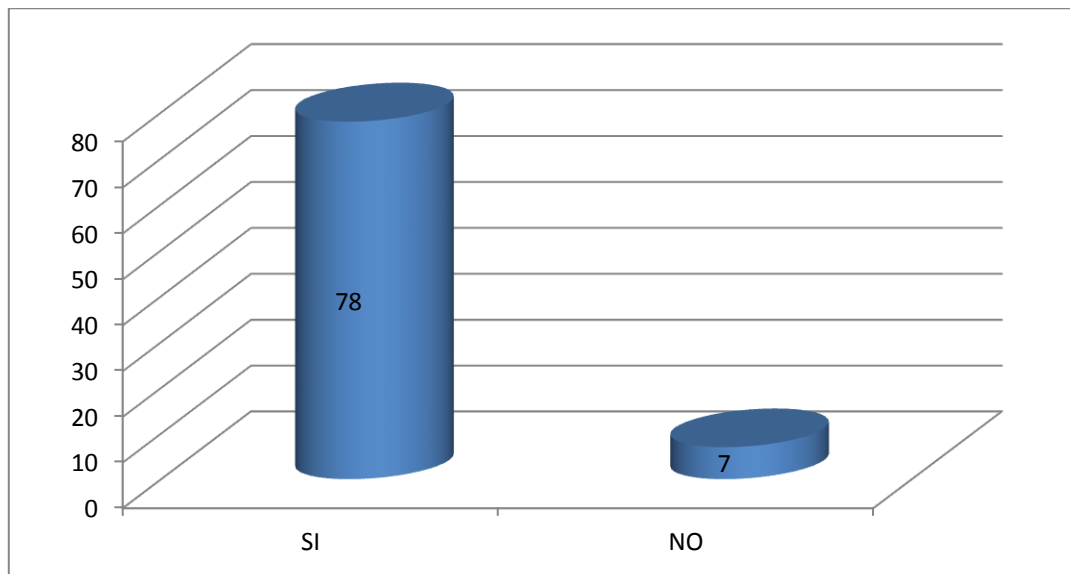
**MANTENIMIENTO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN**

<b>PREGUNTA 6</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>	<b>TOTAL</b>
	<b>78</b>	<b>7</b>	<b>85</b>
<b>PORCENTAJE</b>	<b>92%</b>	<b>8%</b>	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta 2015, Elaboración Propia.

**GRÁFICA 6**

**MANTENIMIENTO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN**



Fuente: Encuesta 2015, Elaboración Propia.

El 92% de los beneficiarios respondieron que realizan junto al plomero el mantenimiento en toda la red de distribución, el 8% comentan que no realizan un mantenimiento continuo.

El 8% que dicen que no realizan mantenimiento por lo que muchas veces escasea el Agua en sus casas a causa de ruptura de tubería o falta de abastecimiento del Agua, los que sufren estos imperfectos son generalmente en las zonas del Tambo y Suarurito.

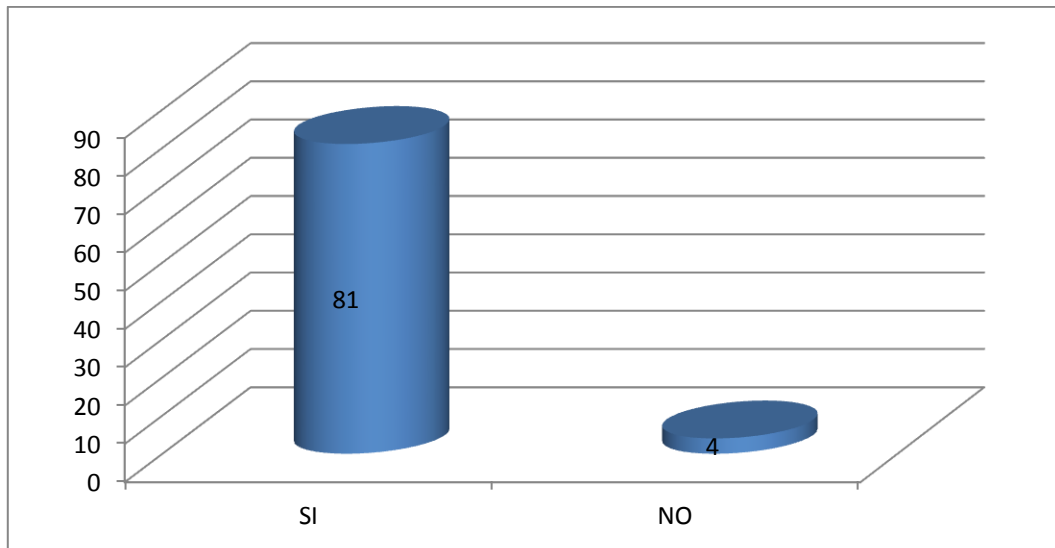
❖ **¿Usted Consume El Agua Cruda? ¿porque?**

**CUADRO 20**  
**CONSUME EL AGUA CRUDA**

<b>PREGUNTA 7</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>	<b>TOTAL</b>
	81	4	<b>85</b>
<b>PORCENTAJE</b>	95%	5%	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta 2015, Elaboración Propia

**GRÁFICA 7**  
**CONSUME EL AGUA CRUDA**



Fuente: Encuesta 2015, Elaboración Propia.

En el cuadro 20 y gráfica 7 muestra que el 95% consumen Agua Cruda y el 5% hacen hervir para consumirla.

El 5% hacen hervir el Agua para consumirla, esto respondieron las responsables de las escuelas y centros de salud donde recomendaron hacer hervir para eliminar

cualquier bacteria presente sobre todo para que los niños no se enfermen, el 95% dicen que consumen cruda por las siguientes razones:

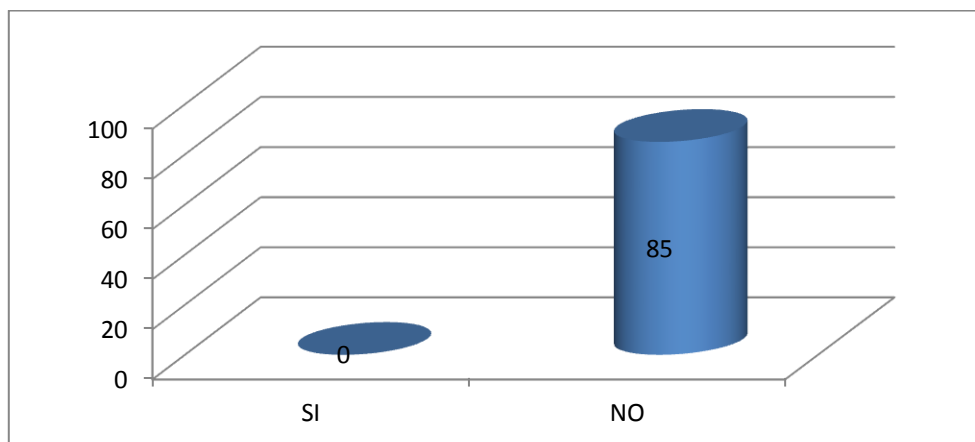
- Por qué es Agua que sale directo de las vertientes.
  - Por qué es agua limpia y natural.
  - Por qué no está contaminada.
  - Por qué siempre la tomaron cruda y nunca se enfermaron.
  - Por falta de tiempo y trabajo no hacen hervir el Agua.
- ❖ **¿Algún Miembro De Su Familia Padeció Alguna Enfermedad Por Consumir El Agua De Grifo?**

**CUADRO 21**  
**PADECIMIENTO DE ENFERMEDAD AL CONSUMIR AGUA DEL GRIFO**

PREGUNTA 8	SÍ	NO	TOTAL
	0	85	85
PORCENTAJE	0%	100%	100%

Fuente: Encuesta 2015, Elaboración Propia

**GRÁFICA 8**  
**PADECIMIENTO DE ENFERMEDAD AL CONSUMIR AGUA DEL GRIFO**



Fuente: Encuesta 2015, Elaboración Propia

En el cuadro 21 y gráfica 8 se muestra si sufrió alguna enfermedad al consumir el Agua, el 100% indicaron que no se enfermaron al consumir el Agua.

Analizando las respuestas de los beneficiarios consultando se puede decir que tal vez muchos de estos no se dan cuenta que algunas de sus enfermedades es a causa del consumo de Agua cruda, pero ellos afirman que es Agua limpia y de buena calidad.

Se consultó a la encargada del centro de salud de Tarupayo, informo que existe caso de infecciones en niños, diarreas y otras enfermedades pero no se tiene estudios específicos que es a causas del consumo de Agua.

- ❖ **¿Usted Cree Que Existen Algunas Actividades Que Se Realizan En Su Comunidad Que Puedan Deteriorar La Calidad Del Agua Que Consumen?**

**CUADRO 22**

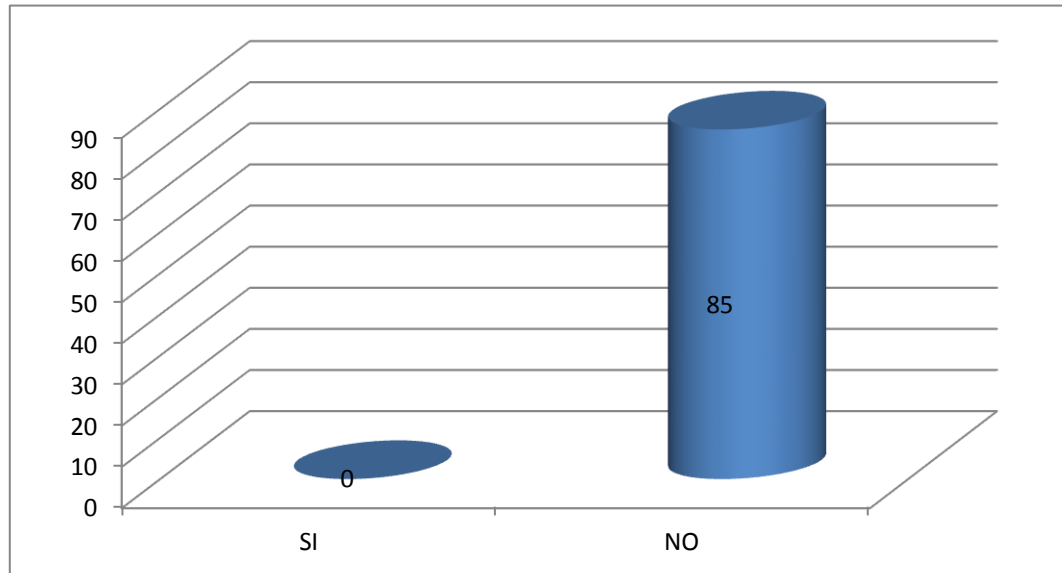
**¿EXISTEN ALGUNAS ACTIVIDADES QUE SE REALIZAN EN SU COMUNIDAD QUE PUEBAN DETERIORAR LA CALIDAD DEL AGUA QUE CONSUMEN?**

	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>PREGUNTA 9</b>	0	85	<b>85</b>
<b>PORCENNTAJE</b>	0	100%	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta 2015, Elaboración Propia.

### GRÁFICA 9

#### ¿EXISTEN ALGUNAS ACTIVIDADES QUE SE REALIZAN EN SU COMUNIDAD QUE PUE DAN DETERIORAR LA CALIDAD DEL AGUA QUE CONSUMEN?



Fuente: Encuesta 2015, Elaboración Propia.

El cuadro 22 y la gráfica 9 podemos decir que el 100% de beneficiarios consultados dicen que no existe ninguna actividad que pueda alterar la calidad del Agua.

Este resultado se debe a que la fuente principal de captación de Agua se encuentra alejada de la población en la serranía de Ipaguazu.

Por otra parte también se conoció que en la zona de las Huerta y Tambo, por el gran aumento del cultivo de tomate entre otros y su uso excesivo de Herbicidas y Químicos contaminante a futuro podrían afectar la fuente de Agua abajo del Río Suaruro.

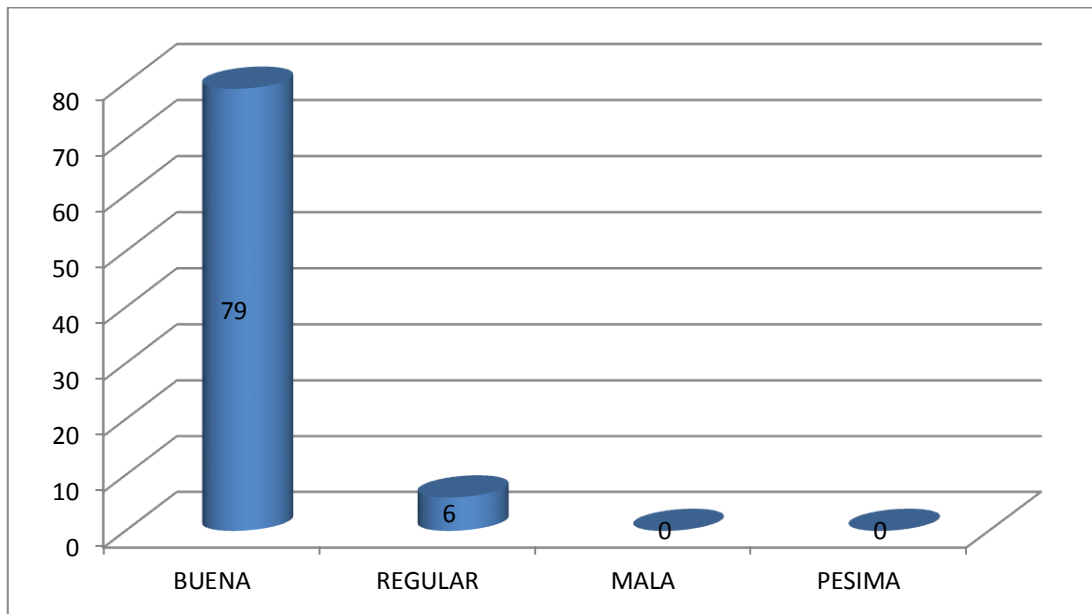
❖ Como clasificaría Usted el agua que recibe en su comunidad y porque?

**CUADRO 23**  
**CLASIFICACIÓN DEL AGUA QUE CONNSUME EN SU**  
**COMUNIDAD**

	<b>BUENA</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALA</b>	<b>PÉSIMA</b>	<b>TOTAL</b>
<b>PREGUNTA 10</b>	79	6	0	0	<b>85</b>
<b>PORCENTAJE</b>	93%	7%	0	0	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta 2015, Elaboración Propia.

**GRÁFICA 10**  
**CLASIFICACIÓN DEL AGUA QUE CONSUME EN SU**  
**COMUNIDAD**



Fuente: Encuesta 2015, Elaboración Propia.

El 93% de los encuestados clasifica el Agua que consume como buena, el 7% como regular.

El 93% clasifico como buena por lo que es Agua natural subterránea que sale directo para consumirla y sale sin ninguna clase de turbiedad.

- ❖ **¿Usted cree que es importante el proteger la fuente de agua de su comunidad?**

**CUADRO 24**

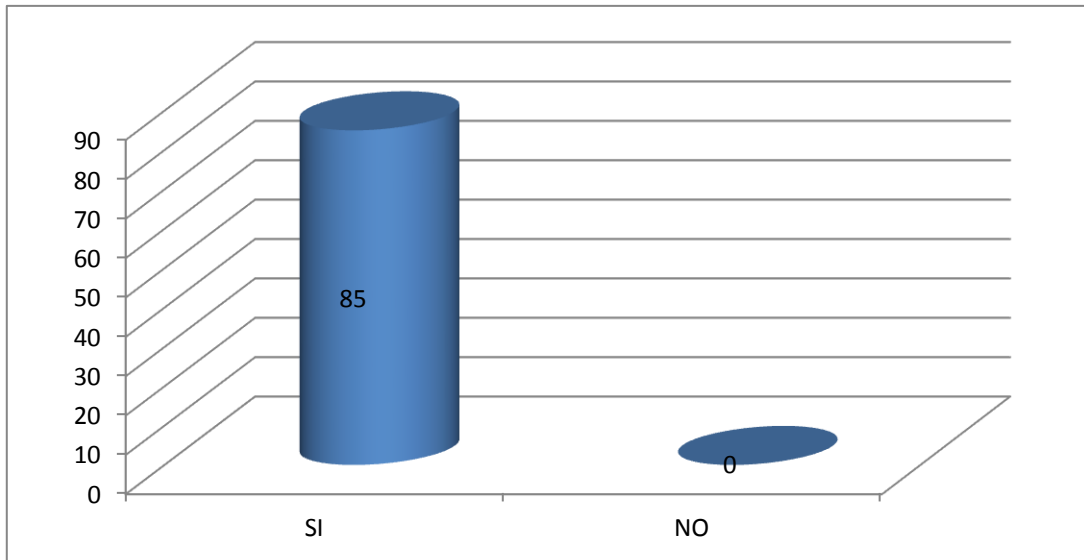
**¿ES IMPORTANTE EL PROTEGER LA FUENTE DE AGUA DE SU COMUNIDAD?**

<b>PREGUNTA 11</b>	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>	<b>TOTAL</b>
	85	0	<b>85</b>
<b>PORCENTAJE</b>	100%	0	<b>100%</b>

Fuente: Encuesta 2015, Elaboración Propia.

**GRÁFICA 11**

**¿ES IMPORTANTE EL PROTEGER LA FUENTE DE AGUA DE SU COMUNIDAD?**



Fuente: Encuesta 2015, Elaboración Propia.

En el cuadro 24 y gráfica 11 se presenta el 100% de beneficiarios de Agua Potable de la comunidad de Tarupayo responden que es muy importante proteger la fuente de

Agua de la comunidad para poder mantenerla en la misma cantidad y calidad de la misma.

También proteger la toma de captación que es la principal fuente que alimenta al sistema de Agua de la comunidad.

❖ **¿Qué medidas creé usted que se debían tomar para mejorar la calidad del agua?**

Las medidas que se deberían tomar son las siguientes:

- Realizar mantenimientos continuos en todo el sistema de Agua Potable.
- Realizar limpieza más continua en los tanques de almacenamiento y en las cámaras de todo el sistema.
- Realizar la cloración permanente al Agua.
- Realizar limpieza en la toma de captación para que no se llene de lodo, en tiempo de lluvias.

## **1.2. RESULTADOS OBTENIDOS DEL LABORATORIO DE COSAALT**

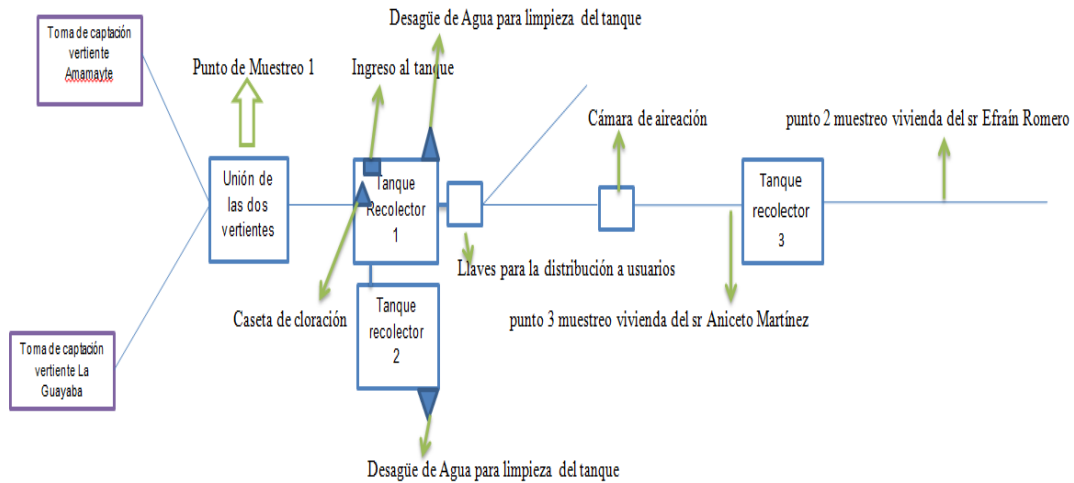
Para realizar los análisis del sistema de Agua Potable de Tarupayo se tuvo que contratar los servicios del laboratorio COSAALT (Cooperativa De Servicios De Agua Potable y Alcantarillado De Tarija) donde se realizaron los análisis físico-químico( la mayoría de los parámetros estipulados en la Normativa Boliviana 512) y Bacteriológico (coliformes termo resistente).

### **1.2.1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO**

Se realizó tres puntos de muestro en todo el sistema de Agua Potable de la comunidad de Tarupayo para obtener resultados de los análisis Físico-Químico.

## GRÁFICA 12

### DESCRIPCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO EN TODO EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE TARUPAYO



#### PUNTO 1

Se realizó el muestreo a 500 metros de la toma de captación, en la unión de las dos vertientes (vertiente la Guayaba y vertiente Amamayte nombres dados por los comunarios).

#### PUNTO 2

Se muestreo en el domicilio del señor Efraín Romero a 5Km del tanque recolector.

#### PUNTO 3

Se muestreo en el domicilio del señor Aniceto Martínez a 3Km del tanque recolector.

#### 1.2.1.1. Resultados Del Análisis Físico-Químico En El Sistema De Agua Potable De Tarupayo En La Unión De Las Dos Vertientes

El muestreo que se realizó en el sistema de Agua Potable de la comunidad de Tarupayo en la unión de las dos vertientes (vertiente la Guayaba y vertiente Amamayte) a 500 metros de la toma de captación, estos análisis se obtuvo resultados satisfactorios en comparación con la Norma Boliviana NB 512, donde estos

resultados se encuentra dentro del rango medio entre el límite máximo aceptable y el límite inferior.

Con estos resultados obtenidos en laboratorio se puede afirmar que el Agua que consume la comunidad de Tarupayo, en el punto que se realizó el análisis, tiene la calidad necesaria para el consumo humano, con previo tratamiento de cloración para la eliminación de presencias microbiológicas para garantizar la salud de la población.

### CUADRO 25

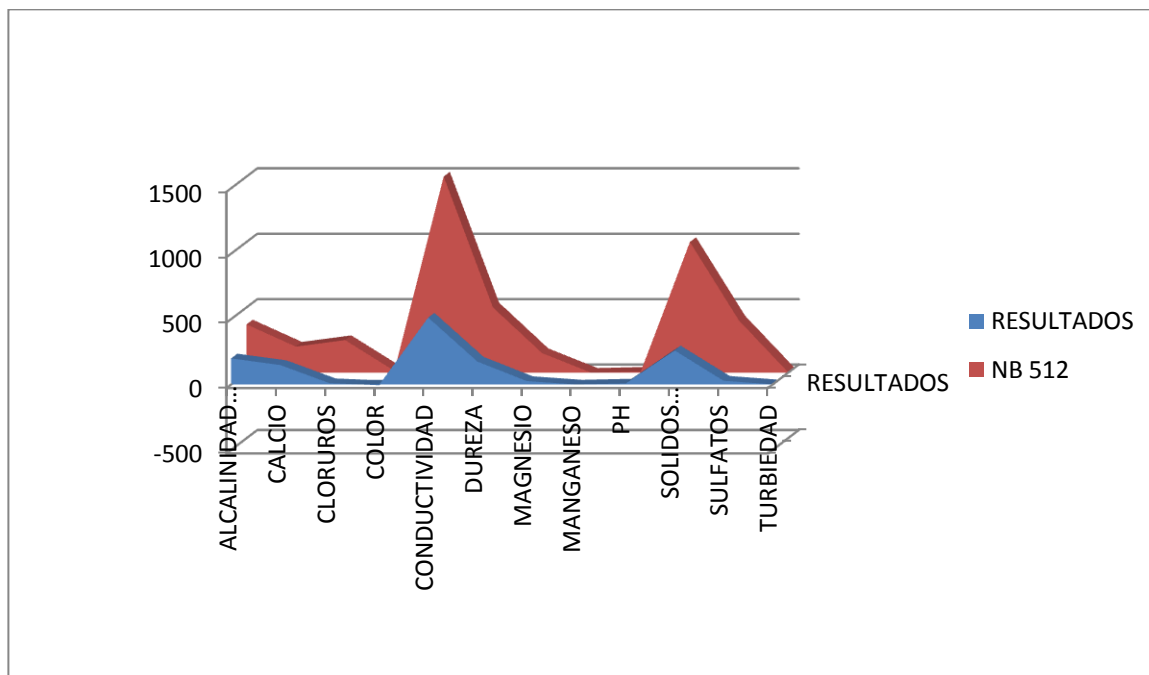
#### RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO EN LA CÁMARA RECEPTORA DE LAS VERTIENTES Y COMPARACIÓN CON LA NB 512

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE NB 512
Alcalinidad total	mg/l CaCO <sub>3</sub>	199,54	370
Calcio	mg/l CaCO <sub>3</sub>	148,7	200
Cloruros	mg/l Cl	9,83	250
Color	U.C.V(Unidad de color Verdadero)	<5	15
Conductividad	uS/cm	512,0	1500
Dureza	mg/l CaCO <sub>3</sub>	175,15	500
Magnesio	mg/l CaCO <sub>3</sub>	26,45	150
Manganeso	mg/l Mn	0,036	0,1
PH		7,75	9,0
Solidos totales dis.	mg/l	261	1000
Sulfatos	mg/l SO <sub>4</sub>	29,0	400
Turbiedad	U.N.T(unidades nefelométricas de turbiedad)	0,6	5

Fuente: Elaboración Propia.

**GRÁFICA 13**

**COMPARACIÓN DE RESULTADOS EN LA CÁMARA RECEPTORA EN LAS VERTIENTES CON LOS REQUISITOS DE LA NB512**



Fuente: Elaboración Propia.

En esta gráfica se presenta los resultados obtenidos en la unión de las dos vertientes en comparación con la Norma Boliviana NB 512, lo cual muestra con exactitud la calidad de agua que existe en la entrada al sistema de Agua potable de Tarupayo, sin ninguna alteración en los resultados.

**1.2.1.2. Resultados Del Análisis Físico-Químico En El Sistema De Agua Potable De Tarupayo En El Domicilio Del Señor Efraín Romero.**

El análisis se realizó del beneficiario del sistema de Agua Potable en la vivienda del señor Efraín Romero a 5km del tanque recolector, este muestreo se realizó en la zona de Suarurito-Tarupayo para así identificar los parámetros físico químico y comparar con la normativa NB 512.

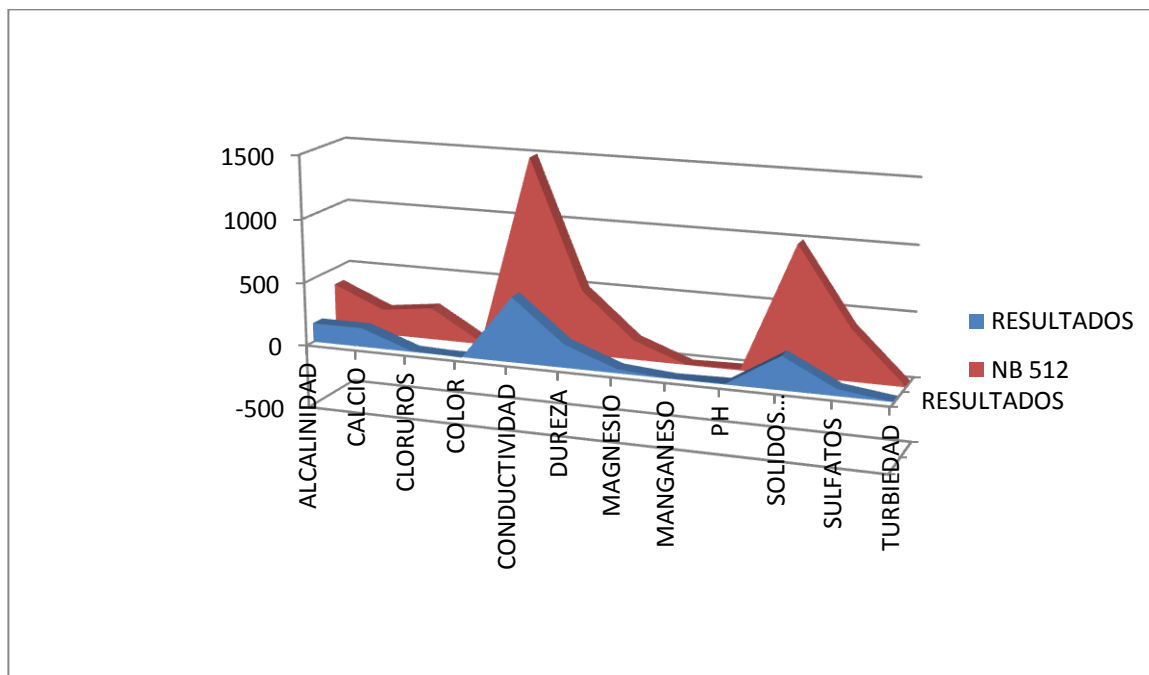
**CUADRO 26**  
**RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO EN LA VIVIENDA DEL**  
**SEÑOR EFRAÍN ROMERO**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>VALOR MÁXIMO ACEPTABLE NB 512</b>
Alcalinidad total	mg/l CaCO <sub>3</sub>	184,7	370
Calcio	mg/l CaCO <sub>3</sub>	148,7	200
Cloruros	mg/l Cl	8,9	250
Color	U.C.V	<5	15
Conductividad	uS/cm	509,0	1500
Dureza	mg/l CaCO <sub>3</sub>	181,3	500
Magnesio	mg/l CaCO <sub>3</sub>	32,6	150
Manganeso	mg/l Mn	0,036	0,1
PH		7,8	9,0
Solidos totales disueltos	mg/l	259	1000
Sulfatos	mg/l SO <sub>4</sub>	53,0	400
Turbiedad	U.N.T	0,6	5

Fuente: Elaboración Propia

## GRÁFICA 14

### COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE LA VIVIENDA DEL SEÑOR EFRAIN ROMERO CON LOS REQUISITOS DE LA NB512



Fuente: Elaboración Propia

Los resultados del análisis físico químico realizado en la vivienda del señor Efraín Romero son satisfactorios de buena calidad para el consumo humano, los valores obtenidos están por debajo del valor máximo de la NB 512.

#### 1.2.1.3. Resultados del Análisis Físico-Químico en el Sistema de Agua Potable de Tarupayo en el Domicilio del Señor Aniceto Martínez

Se realizó el análisis en la vivienda del beneficiario Aniceto Martínez a 3km del tanque recolector en la zona de Tambo-Tarupayo, se hizo este análisis por que en la vivienda del señor Efraín Romero salió el resultado muy alto al valor máximo de la Norma Boliviana NB 512.

Se identificó los resultados de los parámetros físico químico y se comparó con la Normativa Boliviana NB 512.

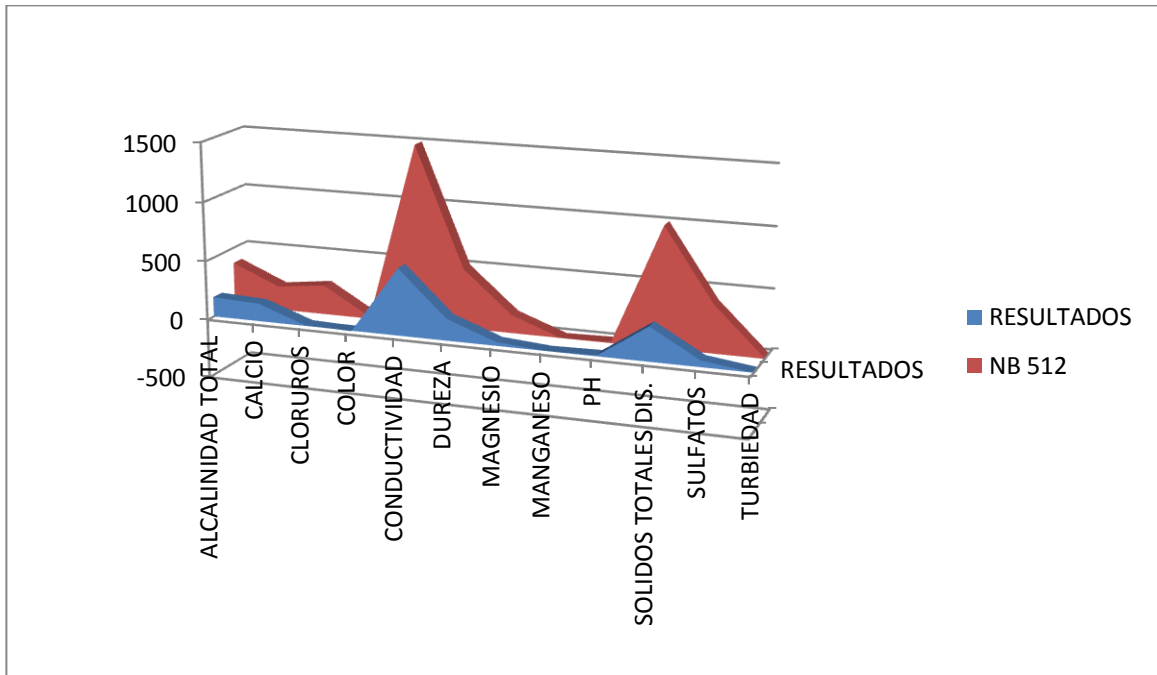
**CUADRO 27**  
**RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO EN LA**  
**VIVIENDA DEL SEÑOR ANICETO MARTÍNEZ**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>VALOR MÁXIMO ACEPTABLE NB 512</b>
Alcalinidad total	mg/l CaCO <sub>3</sub>	167,06	370
Calcio	mg/l CaCO <sub>3</sub>	149,7	200
Cloruros	mg/l Cl	7,96	250
Color	U.C.V	<5	15
Conductividad	uS/cm	564,0	1500
Dureza	mg/l CaCO <sub>3</sub>	181,26	500
Magnesio	mg/l CaCO <sub>3</sub>	31,56	150
Manganeso	mg/l Mn	0,026	0,1
PH		7,66	9,0
Sólidos totales disueltos	mg/l	285	1000
Sulfatos	mg/l SO <sub>4</sub>	54,0	400
Turbiedad	U.N.T	0,24	5

Fuente: Elaboración Propia

## GRÁFICA 15

### COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE LA VIVIENDA DEL SEÑOR ANICETO MARTÍNEZ CON LOS REQUISITOS DE LA NB 512



Fuente: Elaboración Propia

Los resultados físico-químico obtenidos en laboratorio son positivos nos muestra que el Agua que consume los beneficiarios del sistema de Agua Potable la comunidad de Tarupayo es de buena calidad, los resultados están por debajo de los valores máximo de la normativa Boliviana NB 512.

#### 1.2.1.4. Variación De Los Tres Resultados Obtenidos En Laboratorio

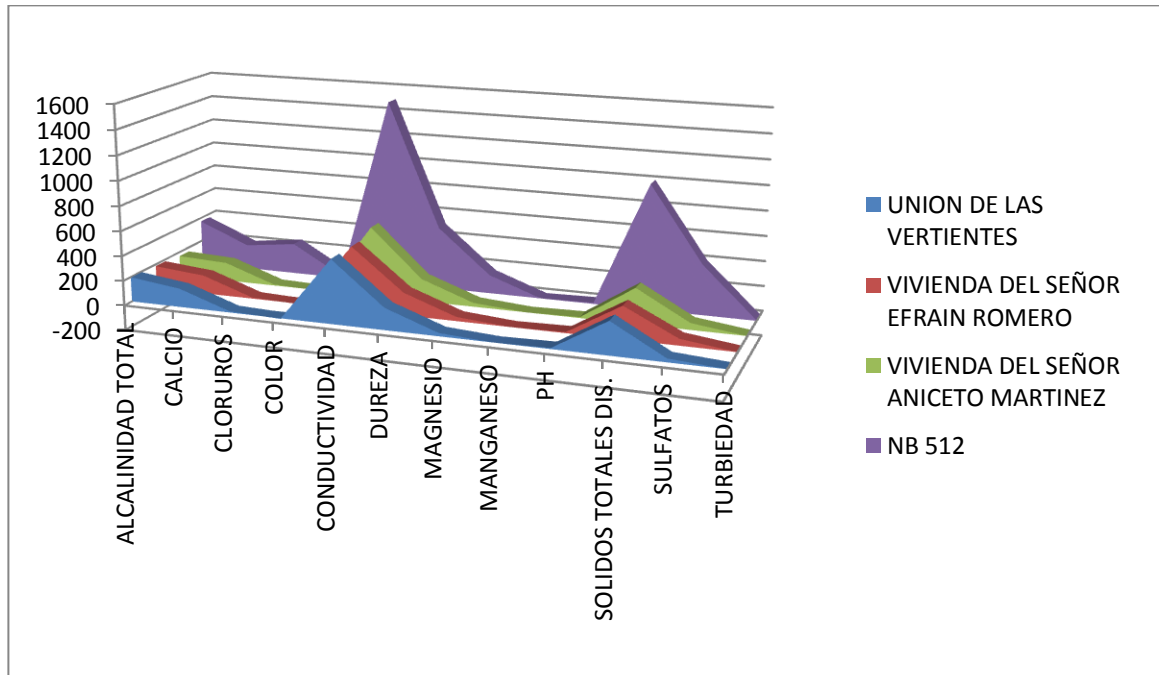
Se mostró los tres resultados obtenidos para comparar la variación de los mismo mediante un cuadro y su respectiva gráfica, también realizar una comparacion con la normativa Boliviana NB 512.

**CUADRO 28****COMPARACIÓN DE LOS TRES RESULTADOS OBTENIDOS EN  
LABORATORIO CON LOS REQUISITOS DE LA NB 512**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>UNIÓN DE LAS VERTIENTES</b>	<b>VIVIENDA DEL SEÑOR EFRAÍN ROMERO</b>	<b>VIVIENDA DEL SEÑOR ANICETO MARTÍNEZ</b>	<b>VALOR MÁXIMO ACEPTABLE NB 512</b>
Alcalinidad total	mg/l CaCO <sub>3</sub>	199,54	184,7	167,06	370
Calcio	mg/l CaCO <sub>3</sub>	148,7	148,7	149,7	200
Cloruros	mg/l Cl	9,83	8,9	7,96	250
Color	U.C.V.	<5	<5	<5	15
Conductividad	uS/cm	512,0	509,0	564,0	1500
Dureza	mg/l CaCO <sub>3</sub>	175,15	181,3	181,26	500
Magnesio	mg/l CaCO <sub>3</sub>	26,45	32,6	31,56	150
Manganeso	mg/l Mn	0,036	0,036	0,026	0,1
PH		7,75	7,8	7,66	9,0
Sólidos totales disueltos	mg/l	261	259	285	1000
Sulfatos	mg/l SO <sub>4</sub>	29,0	53,0	54,0	400
Turbiedad	U.N.T.	0,6	0,6	0,24	5

Fuente: Elaboración Propia.

**GRÁFICA 16**  
**COMPARACIÓN DE LOS TRES RESULTADOS OBTENIDOS EN**  
**LABORATORIO**



Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede verificar, los datos del cuadro 28 y grafica 16 la diferencia de los tres resultados es mínima por lo tanto de acuerdo al análisis físico-químico la calidad del agua es adecuada para el consumo humano, pero siempre con su respectivo tratamiento de cloración.

### 1.2.2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Se realizó análisis en tres puntos del sistema de Agua Potable de la comunidad de Tarupayo para la determinación de coliformes termoresistentes.

#### PUNTO 1

Se realizó el muestreo a 500 metros de la toma de captación, en la unión de las dos vertientes (vertiente la Guayaba y vertiente Amamayte nombres dados por los comunarios).

También se analizó el agua en dos viviendas para determinar la calidad de agua consume los beneficiarios.

## **PUNTO 2**

Se muestreo en el domicilio del señor Efraín Romero a 5Km del tanque recolector.

## **PUNTO 3**

Se muestreo en el domicilio del señor Aniceto Martínez a 3Km del tanque recolector.

### **1.2.2.1. Resultados Del Análisis Microbiológico (Coliformes Termoresistentes) en la cámara receptora**

Los resultados de los análisis de Coliformes Termoresistentes realizados en el sistema de Agua Potable de la Comunidad de Tarupayo, realizados en la unión de las vertientes o en la cámara receptora de las vertientes que abastece todo el sistema a 500 metros de la toma de captación, se obtuvo resultados satisfactorio ya que el Agua que ingresa a la red de distribución es apta para el consumo humano y de buena calidad, por lo que se tiene que mantenerla con el tratamiento adecuado de cloración.

### **CUADRO 29**

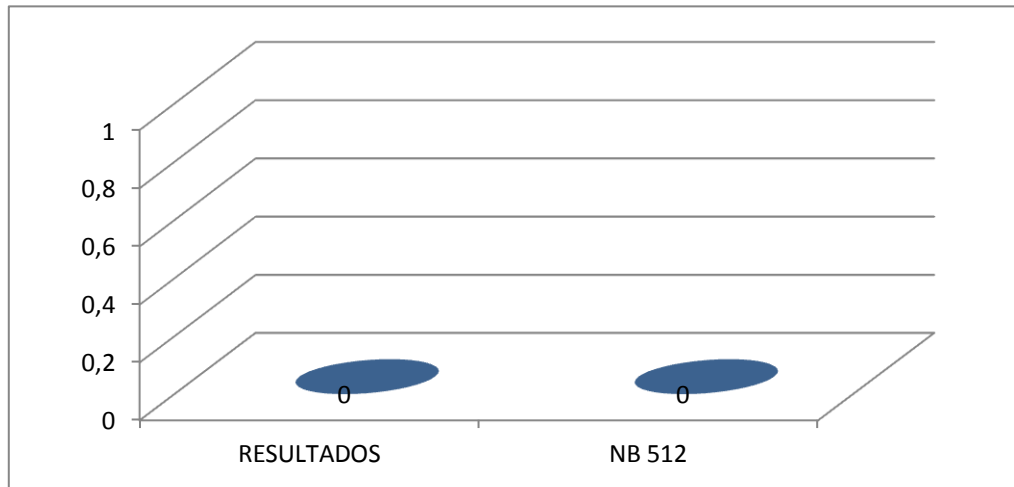
#### **RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN LA UNIÓN DE LAS VERTIENTES O CÁMARA RECEPTORA DE LAS VERTIENTES**

<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>VALOR MÁXIMO ACEPTABLE NB 512</b>
Coliformes Termoresistentes	UFC/100ml	<1	<1

Fuente: Elaboración Propia

## GRÁFICA 17

### RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN LA UNIÓN DE LAS VERTIENTES O CÁMARA RECEPTORA DE LAS VERTIENTES



Fuente: Elaboración Propia.

#### 1.2.2.2. Resultados Del Análisis Microbiológico (Coliformes Termoresistentes) En La Vivienda Del Señor Efraín Romero

En la vivienda del señor Efraín Romero se realizó el análisis del Agua que consume esta familia, a 5km del tanque recolector en la zona de Suarurito-Tarupayo, lo cual son resultados muy altos al valor máximo de la Norma Boliviana NB 512 con 11 UFC/100ml, por este motivo se realizó un tercer análisis en la zona de Tambo-Tarupayo en el domicilio del señor Aniceto Martínez.

No se realizó estudios para determinar dónde está el problema del grado de contaminación pero al recorrer toda la red de distribución se pudo evidenciar que los tanques recolectores no están limpios, a pesar que los comunarios realizan la limpieza cada primero de cada mes, tampoco realizan la cloración continua y permanente a los tanques recolectores.

**CUADRO 30**

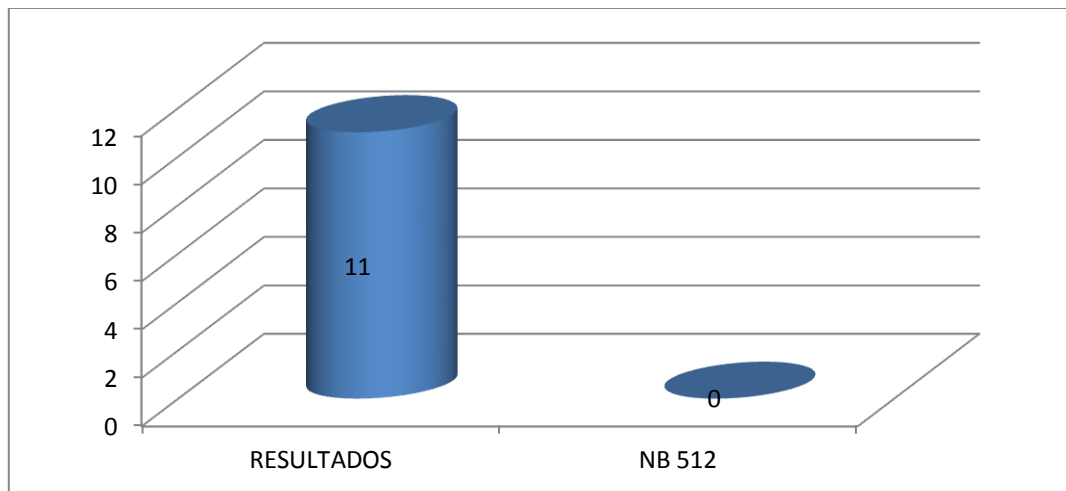
**RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN LA VIVIENDA DEL SEÑOR EFRAÍN ROMERO**

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE NB 512
Coliformes termoresistentes	UFC/100ml	11	<1

Fuente: Elaboración Propia.

**GRÁFICA 18**

**COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON LA NB 512**



Fuente: Elaboración Propia

**1.2.2.3. Resultados Del Análisis Microbiológico (Coliformes Termoresistentes) En La Vivienda Del Señor Aniceto Martínez**

Se realizó el análisis en la caída de agua (grifo), en la vivienda del señor Aniceto Martínez a 3km del tanque recolector en la zona de Tambo-Tarupayo, los resultados salieron muy altos en comparación con el valor máximo de la Normativa Boliviana con un valor de 12 UFC/100ml.

A comparación con el estudio realizado en la anterior vivienda se obtuvo un resultado más alto esto se debe de igual manera a la falta de limpieza en todos los tanques, también por que no se realiza el tratamiento de cloración en el sistema de Agua Potable de Tarupayo.

**CUADRO 31**

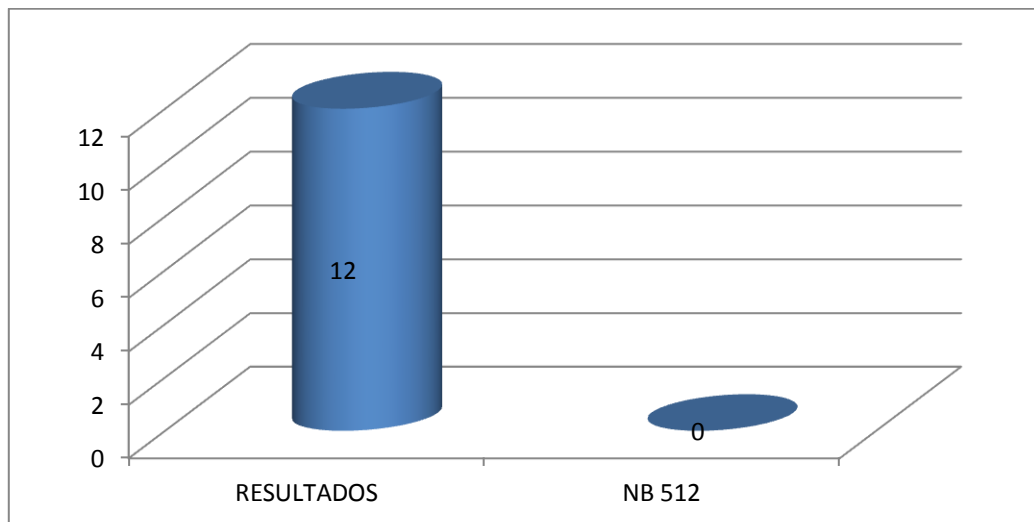
**RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN LA VIVIENDA DEL SEÑOR ANICETO MARTÍNEZ**

<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>VALOR MÁXIMO ACEPTABLE NB 512</b>
Coliformes termoresistentes	UFC/100ml	12	<1

Fuente: Elaboración Propia

**GRÁFICA 19**

**COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON LA NB 512**



Fuente: Elaboración Propia

#### 1.2.2.4. Comparación De Los Tres Resultados Obtenidos En Laboratorio

Sabiendo los tres resultados obtenidos, se puede realizar una comparación más clara con la normativa Boliviana NB512.

**CUADRO 32**

#### COMPARACIÓN DE LOS TRES RESULTADOS CON LA NB512

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS			
		UNIÓN DE LA VERTIENTES	VIVIENDA DEL SEÑOR EFRAÍN ROMERO	VIVIENDA DEL SEÑOR ANICETO MARTINEZ	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE NB 512
Coliformes termoresistentes	UFC/100ml	<1	11	12	<1

Fuente: Elaboración Propia

**GRÁFICA 20**

#### COMPARACIÓN DE LOS TRES RESULTADOS CON LA NB 512



Fuente: Elaboración Propia.

Tal como muestra el cuadro 32 y la gráfica 20, está en forma al diseño del sistema de Agua Potable del inicio al final, observamos un incremento desde la unión de las vertientes hasta la vivienda del Señor Efraín Romero, que está en la zona de Suarurito-Tarupayo, atribuyéndose a la probabilidad de que las bacterias coliformes sufran un estancamiento en el tanque recolector 3 como se presenta en la gráfica (12) dando como resultado una disminución mínima de 11 UFC/100ml en la vivienda del señor Efraín Romero que se encuentra en la zona de Suarurito y un incremento de 12 UFC/100ml en la vivienda del señor Aniceto Martínez en la zona del Tambo-Tarupayo, por lo que el problema se encontraría en el tanque recolector 1 por la falta de cloración y limpieza a los tanques.

#### **1.2.2.5. Medidas De Mitigación**

- Implementar tratamientos de cloración a los 3 tanques recolectores para reducir la alta concentración de las bacterias coliformes.
- Realizar el mantenimiento periódicamente a toda la red de distribución de Agua Potable del sistema Tarupayo.
- Realizar la limpieza de la red de Agua Potable cada mes para evitar la presencia de sustancias que alteren la calidad de Agua Potable.
- Diseñar una nueva red de Agua Potable que involucre el establecimiento de tanques de mayor tamaño debido al incremento de la población de Tarupayo.
- Realizar el cerramiento de la obra de toma, lo que nos permitirá evitar el ingreso ya sea de animales o personas que alteren dicha obra.

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **1.1. CONCLUSIONES**

El análisis Físico-Químico arrojó resultados óptimos que nos permite concluir que el Sistema de Agua Potable de Tarupayo es de buena calidad tomando en cuenta los parámetros establecidos en la Norma Boliviana 512, en relación con los valores máximos admisibles de parámetros en cuerpo receptores establecidos en la ley 1333 de Medio Ambiente los resultados están dentro de la Clase A. (ver cuadro1).

Los resultados obtenidos del análisis microbiológico realizado en el laboratorio de COSAALT de Tarija de las muestras tomadas, nos arrojaron con elevadas concentraciones de bacterias coliformes. El análisis realizado en la obra de toma dio resultados óptimos que están dentro del rango de la Norma Boliviana 512 a diferencia de los valores obtenidos de las muestras tomadas en la vivienda del señor Aniceto Martínez que tiene un resultado de 12 UFC/100ml, En la vivienda del señor Efraín Romero 11 UFC/100ml estos resultados están fuera del rango establecidos en la Norma NB 512.

Lo que nos permiten deducir que el agua de la red de Agua potable presenta valores mayores a los establecidos en la norma y reglamento, lo que nos permite concluir que en la obra de toma no se encuentra contaminada, pero si en la red de distribución en lo que podemos identificar el problema de contaminación en los tanques recolectores por falta de un tratamiento de cloración.

A partir de las observaciones In situ realizadas en el sistema de Tarupayo me permite evidenciar que no se realiza ningún tratamiento o potabilización al agua realizándose solamente una limpieza mensual al tanque principal.

Tomando en cuenta los valores de los resultados Físico Químico se puede comprobar que el agua si es apta para el consumo humano, pero en el tema de las bacterias coliformes en la distribución a los beneficiarios está contaminado con un valor muy alto lo que permite realizar un tratamiento de cloración continuo al sistema.

## **1.2. RECOMENDACIONES**

Se recomienda a la directiva de Agua Potable del sistema Tarupayo y al plomero realizar el tratamiento de cloración continua a la red de distribución con la dosis correcta de acuerdo al volumen del caudal.

Conociendo los resultados de la encuesta se recomienda a los beneficiarios de Agua Potable de Tarupayo hacer hervir el Agua para su consumo, para no contraer enfermedades.

Se recomienda a la directiva de Agua Potable del sistema Tarupayo realizar gestiones para un nuevo diseño de toda la red, porque se evidencio rupturas en el tanque principal.

Se recomienda a la directiva de Agua Potable del sistema Tarupayo realizar el cerramiento de la toma de captación para que los animales o personas no causen daños la infraestructura.