

UNIVERSIDAD AMAZONICA DE PANDO

UNIDAD ACADEMICA LAS PIEDRAS

ÀREA CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES

PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL



**DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CONTAMINACIÓN DE
AGUAS SUBTERRÁNEAS, MEDIANTE ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO
Y BACTERIOLÓGICO PARA PROPONER MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y
PREVENCIÓN, BARRIO 23 DE MARZO DEL MUNICIPIO DE RIBERALTA.**

**TESIS DE GRADO PARA OPTAR LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA
AMBIENTAL**

POSTULANTE: Univ.: Cristóbal Panica Mamani.

TUTOR: Ing. Ambiental: Maida Katherine Lazcano Espinoza.

Las Piedras- Pando-Bolivia

Gestión: 2018.

HOJA DE APROBACIÓN

Tesis de grado DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS, MEDIANTE ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y BACTERIOLOGICO PARA PROPONER MEDIDAS DE MITIGACION Y PREVENCIÓN, BARRIO 23 DE MARZO DEL MUNICIPIO DE RIBERALTA. Fue aprobado por los siguientes; Tutor, Presidente del Tribunal y los Tres miembros del Tribunal Calificador, que dieron el visto bueno para ser aprobado.

Postulante

Postulante Univ. Cristóbal Panica Mamani.

Tutor

Ingeniera Ambiental. Maida Katherine Lazcano Espinoza.

Presidente del Tribunal

Director: **Lic. Luis Alberto Oliveira Carillo.**

Director Académico Administrativo U.A.L.P.

Tribunal

Lic. Claudia L. Banzer Domínguez.

Tribunal

Ing. Wisner Ávila Valera.

Tribunal

Lic. Alexander Cuellar Tirina.

DEDICATORIA

De corazón es un honor dedicar esta tesis de grado a: Dios por darme sabiduría y fortaleza así poder hacer realidad una de mis objetivos propuestos en mis estudios académicos.

A mi madre Julia Mamani Santos por inculcarme principios, valores y todo su apoyo en mi estudio y consejos para ser una persona de bien para la sociedad.

A mi padre Andrés Panica Laura por todo su apoyo para seguir adelante y ser un profesional.

A mi hermano francisco Panica y Esposa Tomaza Montaña Aquino por apoyarme, durante mi estudio Académico, gracias de corazón por todo el apoyo brindado.

A mis hermanos (as) Abdón, Alfredo, Luis Miguel, Filiberto, Flora Anahí, Aurora, Marisol, Noemí por todo el apoyo incondicional, consejos que me dieron en mi carrera profesional.

A mis compañeros (as) de la Carrera INGENIERIA AMBIENTAL por el apoyo incondicional que me brindaron, por todo los buenos momentos compartidos en el transcurso de nuestros estudios Universitarios.

“GRACIAS DE CORAZÓN”

Cristóbal Panica Mamani.

AGRADECIMIENTO

Gracias a la casa superior UNIDAD ACADEMICA LAS PIEDRAS dependiente de la UNIVERSIDAD AMAZONICA DE PANDO por cobijarme y formar profesional idónea, a los docentes por su enseñanza, paciencia y dedicación para transmitirnos sus conocimientos y experiencias para ellos mi eterno agradecimiento.

Agradezco con mucho aprecio a mis Asesores Ingeniera Ambiental Maida Katherine Lazcano Espinoza, Ing. Rubén David Layme Cruz y tribunales quienes aportaron con su valioso conocimiento y dedicación en el desarrollo de este tema de Tesis y así poder culminar mi Carrera Universitario.

Doy mil gracias a todos ustedes!!!

Cristóbal Panica Mamani

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCION..... | 1 |
| 2. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA | 3 |
| 2.1. Descripción del Problema | 3 |
| 2.2. Delimitación del Problema..... | 3 |
| 2.2.1. Alcances y Limitaciones | 4 |
| 2.2.1.1. Alcances | 4 |
| 2.2.1.2. Limitaciones | 4 |
| 2.3. Planteamiento del Problema | 5 |
| 2.3.1. Pregunta de investigación | 6 |
| 3. JUSTIFICACION | 6 |
| 4. PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS | 7 |
| 4.1. Objetivo General | 7 |
| 4.2. Objetivos Específicos | 7 |
| 5. FORMULACION DE HIPOTESIS..... | 8 |
| 5.1. Definición de variables | 8 |
| 5.2. Operacionalización De La Variables..... | 9 |
| 5.3. Significación Práctica. | 10 |
| 5.4. Aporte Teórico..... | 11 |

| | |
|---|----|
| 6. MARCO REFERENCIAL..... | 12 |
| 6.1. Marco Conceptual..... | 12 |
| 6.2. Marco teórico..... | 16 |
| 6.2.1. ¿Qué es el Agua subterránea?..... | 16 |
| 6.2.14. Clasificación de cuerpos de aguas..... | 24 |
| 6.2.16. Procedimiento de toma de muestras..... | 26 |
| 6.3. MARCO LEGAL..... | 29 |
| 6.3.1. Constitución Política del Estado Plurinacional..... | 29 |
| 6.3.2. Reglamentación de la Ley N° 1333 del Medio Ambiente..... | 30 |
| 6.3.2.1. Reglamento General de Gestión Ambiental..... | 30 |
| 6.3.2.2. Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica..... | 31 |
| 6.3.3. Ley N° 031 Marco de Autonomías y Descentralización “Andrés Ibáñez”..... | 31 |
| 6.3.4. Ley N° 2029 Ley de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario..... | 34 |
| 6.3.5. Ley 373 de 1997 Programa para el uso eficiente y ahorro del agua..... | 34 |
| 6.3.6. Decreto supremo N° 29894 Evo Morales Ayma Presidente del Estado Plurinacional..... | 34 |
| 6.3.7. Ley N° 071 Ley de Derechos de la Madre Tierra..... | 36 |
| 7. DISEÑO METODOLOGICO..... | 36 |
| 7.1. Tipo de investigación..... | 36 |

| | |
|---|----|
| 7.1.1 Descriptiva | 36 |
| 7.2.1. Diseño de investigación: | 37 |
| 7.2.1.1. Cuasi experimental..... | 37 |
| 7.2. Método y técnicas de recolección de datos: | 37 |
| 7.2.1. Método | 37 |
| 7.2.1.1. Método deductivo | 37 |
| 7.2.2.1. Métodos de recolección de muestras | 38 |
| 7.2.2.1.1. Muestra simple | 38 |
| 7.2.2.2.1. Método de Análisis de Laboratorio | 38 |
| 7.2.2.2. Técnicas de recolección de datos: | 39 |
| 7.2.2.2.1. Fuentes primarias:..... | 39 |
| 7.2.2.2.2. Fuentes secundarias: | 39 |
| 7.3. Población y Muestras: | 40 |
| 7.3.1. Población | 40 |
| 7.3.2. Muestra | 40 |
| 7.4. Tipo de muestreo | 41 |
| 7.5. Instrumento y/o materiales relevantes:..... | 43 |
| 8. RESULTADOS..... | 44 |

| | |
|---|----|
| 8.1. Descripción de tratamiento estadístico..... | 44 |
| 8.1. Presentación de resultados obtenidos..... | 51 |
| 8.3. Análisis y discusión de los resultados. | 62 |
| 8.3.1. Medidas de mitigación..... | 63 |
| 8.3.2. Medidas de prevención. | 68 |
| 9. CONCLUSIONES | 72 |
| 10. RECOMENDACIONES | 74 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Operacionalización De La Variables..... | 9 |
| Tabla 2 Principales enfermedades de origen hídrico..... | 23 |
| Tabla 3 Parámetros de Control Mínimo..... | 25 |
| Tabla 4 Procedimiento de Muestreo Parámetros Bacteriológicos | 26 |
| Tabla 5 Procedimiento de Muestreo Parámetros Físico y Químico | 27 |
| Tabla 6 Condiciones de transporte y conservación de Muestras..... | 28 |
| Tabla 7 Método de Análisis de Laboratorio | 38 |
| Tabla 8 Instrumento y/o Materiales relevantes | 43 |
| Tabla 9 Ubicación de los Pozos Artesanal mediante el Gps..... | 62 |
| Tabla 10 Comparación de la Efectividad y los Costos por Tratamiento de los Coagulantes Moringa Oleífera y Sulfato de Aluminio | 64 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS.

| | |
|--|----|
| Gráfico 1 Representación de la Encuesta | 45 |
| Gráfico 2 Representación de la Encuesta | 46 |
| Gráfico 3 Representación de la Encuesta | 47 |
| Gráfico 4 Representación de la Encuesta | 48 |
| Gráfico 5 Representación de la Encuesta | 49 |
| Gráfico 6 Representación de la Encuesta | 50 |
| Gráfico 7 Representación de Análisis del Agua Subterránea, Parámetro: pH | 51 |
| Gráfico 8 Representación de Análisis del Agua Subterránea, Parámetro: Temperatura | 52 |
| Gráfico 9 Representación de Análisis del Agua Subterránea, Parámetro: Conductividad Eléctrica | 53 |
| Gráfico 10 Representación de Análisis del Agua Subterránea, Parámetro: Salinidad | 54 |
| Gráfico 11 Representación de Análisis del Agua Subterránea, Parámetro: Solidos disueltos..... | 55 |
| Gráfico 12 Representación de Análisis del Agua Subterránea, Parámetro: Sólidos en suspensión..... | 56 |
| Gráfico 13 Representación de Análisis del Agua Subterránea, Parámetro: Solidos totales | 57 |
| Gráfico 14 Representación de Análisis del Agua Subterránea, Parámetro: Turbiedad | 58 |

Gráfico 15 Representación de Análisis del Agua Subterránea, Parámetro: Cloruros 59

Gráfico 16 Representación de Análisis del Agua Subterránea, Parámetro: Coliformes
totales 60

ÍNDICE DE CUADROS.

| | |
|--|----|
| Cuadro 1 Resultado de la Encuesta | 45 |
| Cuadro 2 Resultado de la Encuesta | 46 |
| Cuadro 3 Resultado de la Encuesta | 47 |
| Cuadro 4 Resultado de la Encuesta | 48 |
| Cuadro 5 Resultado de la Encuesta | 49 |
| Cuadro 6 Resultado de la Encuesta | 50 |
| Cuadro 7 Tiempo de Inactivación Observado para diferentes Organismos | 67 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 Tipos de acuíferos..... | 19 |
| Figura 2 Pozo Artesanal Entubado..... | 69 |
| Figura 3 Sanitario Ecológico Seco | 70 |

ÍNDICES DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| Fotografía 1 Reunión con el Directorio y la Base del Barrio 23 de Marzo..... | 1 |
| Fotografía 2 Realizando la Encuesta | 1 |
| Fotografía 3 Realizando la Encuesta | 2 |
| Fotografía 4 Realizando la Encuesta | 2 |
| Fotografía 5 Realizando la Encuesta | 3 |
| Fotografía 6 Realizando la Encuesta | 3 |
| Fotografía 7 Pozo Artesanal en el Barrio 23 de Marzo | 4 |
| Fotografía 8 Condiciones del Agua Subterránea de Pozos Artesanales del Barrio | 4 |
| Fotografía 9 Recolección de Muestra de Agua Subterránea de Pozo Artesanal | 5 |
| Fotografía 10 Recepción con el Personal del Laboratorio de la UAP | 5 |
| | |
| Anexo 1 Resultado de los Parámetros Analizados | 6 |
| Anexo 2 Resultados de los Parámetros Analizados | 7 |
| Anexo 3 Ubicación de los Pozos Artesanales Analizados a través del Laboratorio de la UAP..... | 9 |
| Anexo 4 Encuesta realizado..... | 10 |
| Anexo 5 Formulario llenado en la toma de Muestra de Agua Subterránea | 10 |

| | |
|---|----|
| Anexo 6 Plano de Ubicación del Barrio 23 de Marzo, Distrito 5- del Municipio de Riberalta | 11 |
| Anexo 7 Encuesta | 12 |
| Anexo 8 (A) Normativo | 13 |
| Anexo 9 Abreviaturas..... | 14 |

Abstract

The degree thesis aims to determine the degree of pollution of underground water of handcrafted wells, by means of physical, chemical and bacteriological analysis to propose measures of mitigation and prevention in the neighborhood 23 of March in the Municipality of Riberalta.

To fulfill the objective, activities such as ser were carried out; Survey, to more accurately justify the problem, collection of groundwater samples from representative artisan wells, for their respective analyses, through the laboratory of water and Food of the Amazonian University of Pando. The determination of pollution in the factors; Physical, chemical and bacteriological in the water of human consumption, is framed to know the quality of the vital fluid that is in the area of study. The parameters analyzed gave us the following results: PH 5.56 which indicates acida, the NB 512 indicates from 6.5 to 9.00 water for human consumption, turbidity 16.60 NTU indicating that this turbid water, the maximum acceptable value of 5.00 NTU, temperature; 26.5 ° C (degree Celsius). Chlorides: 5.06 mg/l According to NB 512 is within the maximum acceptable value 250.00, mg/L. Conductivity: 14.73 What it indicates is within the maximum acceptable value of 1500.00 uS/cm. Total coliform: 2×10^3 which is 2.000 and the maximum acceptable value is < 1 . Dissolved solids: 8, 67 who gives the maximum acceptable value of 500,00 mg/L. Salinity: 0.00 And who allows 00.5. Ppm. Solids in suspension: 28, 33.mg/L measuring unit. Total solids: 37.00 indicates what is within the maximum acceptable value 1000, 00. mg/L, NB 512.

In order to solve the problem, prevention and mitigation measures are described on the parameters that were analyzed, in some other way contributing the investigation to the residents with the measures of action that helps to minimize the effects that are provoked to the underground water of artisanal wells of the District 23 of March.

Key words: Decide. Underground water. Pollution. Physical, chemical and bacteriological analysis.

Resumen

La tesis de grado tiene como objetivo de determinar el grado de contaminación del agua subterránea de pozos artesanales, mediante análisis físico, químico y bacteriológico para proponer medidas de mitigación y prevención en el barrio 23 de Marzo del Municipio de Riberalta.

Para cumplir con el objetivo se realizaron, actividades como ser; encuesta, para justificar con más precisión el problema, recolección de muestras de agua subterránea de pozos artesanales representativas, para su respectivo análisis, a través del laboratorio de Aguas y Alimentos de la Universidad Amazónica de Pando. La determinación de contaminación en los factores; físico, químico y bacteriológico en el agua de consumo humano, está enmarcado de conocer la calidad del líquido vital que hay en el área de estudio. Los parámetros analizados nos dieron los siguientes resultados: pH 5,56 lo que indica acida, la NB 512 indica de 6,5 a 9,00 agua para consumo humano, Turbidez 16,60 NTU lo que indica que esta turbia el agua, el valor máximo aceptable de 5,00 NTU, Temperatura; 26,5 °C (grado Celsius). Cloruros: 5,06 mg/lit de acuerdo a la NB 512 está dentro del valor máximo aceptable 250,00, mg/L. Conductividad: 14,73 lo que indica está dentro del valor máximo aceptable de 1500,00 uS/cm. Coliforme totales: 2×10^3 lo cual es 2,000 y el valor máximo aceptable es <1 . Sólidos disueltos: 8,67 la OMS da el valor máximo aceptable de 500,00mg/L. Salinidad: 0,00 y la OMS permite 0-0,5.ppm. Sólidos en suspensión: 28,33.mg/L Unidad de medición. Sólidos totales: 37,00 indica que está dentro el valor máximo aceptable 1000,00.mg/L, NB 512. Para dar solución al problema se describen medidas de prevención y mitigación sobre los parámetros que fueron analizados, de alguna otra manera contribuyendo la investigación a los residentes con las medidas de acción que favorece a minimizar los efectos que se provocan al agua subterránea de pozos artesanales del barrio 23 de Marzo.

PALABRAS CLAVES: Determinar. Agua subterránea. Contaminación. Análisis físico, químico y Bacteriológico.

1. INTRODUCCION

El recurso hídrico, a nivel nacional está siendo altamente afectado por los asentamientos de urbanizaciones, agravando cada vez más su disponibilidad en cantidad, y calidad del agua subterránea de pozos artesanales.

Aunque el 70% de la superficie del mundo está cubierta por agua, solamente el 2,5 por ciento del agua dispone es dulce, mientras que el restante 97.5 por ciento es agua salada. Casi el 70% del agua dulce está congelada en los glaciares, y la mayor parte del resto se presenta como humedad en el suelo, o yace en profundas capas acuíferas subterráneas inaccesibles (Cumbre Johannesburgo, 2002).

El agua dulce es un recurso renovable a través del ciclo hidrológico natural pero es finito. La contaminación generada por efectos antrópicos agudiza su escasez (Fernández, 2005).

El 80% de la evaporación global se produce en los océanos y solo el 20% de las precipitaciones terminan en las zonas terrestres, alimentando lagos, ríos y aguas subterráneas poco profunda donde la renovación se da por infiltración y circulación. Si bien el volumen de agua sufrió un deterioro importante en la calidad, debido al crecimiento de la población y las actividades relacionadas con ella (Custodio, 1983).

El agua dulce es un bien imprescindible y al mismo tiempo un recurso escaso, en calidad, cantidad y a la vez un bien social, su acceso es un derecho humano fundamental reconocido a través de la Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia, sin embargo el acelerado proceso del deterioro del medio ambiente y de sus recursos es por el poco interés de las autoridades competentes de poder hacer cumplir las normativas y leyes sobre el uso y consumo de las aguas subterráneas de pozos artesanales.

La socialización de Normas Bolivianas sobre el recurso agua es una de las falencias que tienen las autoridades departamentales, municipales y locales, en cuanto a la protección y conservación de las fuentes de abastecimiento de aguas ya sea

superficial y subterránea de pozos artesanales, en la Región Amazónica de la Ciudad de Riberalta, se percibió el problema de abastecimiento del agua potable y de los servicios básicos que son un derecho humano, el crecimiento poblacional que tiene en cuanto a demandas de servicio básicos, la progresiva urbanización que tiene muchos barrios, al no contar con agua probable y alcantarillado sanitario, realizan excavaciones poco profundas de pozos artesanales, para obtener agua para su consumo diario, por ello se abordó investigar el agua subterránea de pozos artesanales, logrando determinar el grado de contaminación del agua de pozos artesanales, sometiendo a análisis químicos en el laboratorio de Aguas y Alimentos de la Universidad Amazónica de Pando, de los factores: físico, químico y bacteriológico, se nota la contaminación que recibe por infiltraciones de las aguas que se ocupan en sus actividades diarias, las duchas y baños focos muy puntuales que tiene el agua subterránea de pozos artesanales pero no obstante no solo es la contaminación antrópica, de acuerdo a Moreno (2003) manifiesta que los “metales pesados son elementos químicos que el hombre no crea ni destruye, son constituyentes naturales de la corteza terrestre, de rocas, suelos sedimentos y del agua”.

Los resultados obtenidos a través de los análisis de agua subterránea, reveló la contaminación en los parámetros como ser: Coliforme totales que no está dentro de los valores máximos aceptables de acuerdo a la NB 512; Turbiedad de igual manera no está dentro de los valores máximos aceptables que lo establece la Legislación Ambiental; pH es el parámetro que se encuentra por debajo del valor máximo aceptable de acuerdo a la OMS, para ser agua para consumo humano.

Las fuentes que incurren son por lixiviados, aguas domésticas y por las letrinas tradicionales, que al infiltrar por los poros del subsuelo llegando, al pozo artesanal alteran las propiedades de calidad del agua que se ocupa para el consumo humano en el barrio 23 de Marzo.

Para poder dar solución al problema estudiado, se plantean medidas de mitigación a los parámetros que se encuentran fuera de los valores máximo aceptable de acuerdo

a las Legislaciones Vigentes que lo establecen, aplicando mecanismo para contrarrestar los efectos que tienen.

Medidas de prevención para los pozos artesanales, para resguardar las propiedades de calidad del agua subterránea, en el barrio 23 de Marzo del distrito 5, Riberalta.

2. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

2.1. Descripción del Problema

Uno de los problemas que atraviesa el barrio 23 de Marzo es la falta de servicios básicos como agua potable, alcantarillado sanitario y con muy poca frecuencia la recolección de residuos sólidos domiciliario la cual, la insuficiencia cobertura de estos servicios da paso que los residentes del barrio obtén por tener sus pozos artesanales en sus viviendas, este recurso vital está siendo descuidado, contaminándose por infiltraciones de las escorrentías producto de la lluvia que tiende a llevar por arrastre las basuras, el agua que desechan a lados del pozo artesanal mediante el lixiviado, sin duda alguna las duchas cercanas y letrinas tradicionales son fuente puntuales que están degradando sus propiedades de calidad del agua subterránea dejándola inocua para ser agua para consumo humano .

El agua subterránea siendo fuente de abastecimiento para el consumo humano al no ser protegido, ni ocupado racional , tiende a bajar su caudal, los residentes del barrio cuando esto ocurre optan por tapanlo o dejarlo como depósito de la basura que se genera en casa y cavar otro pozo artesanal.

2.2. Delimitación del Problema.

En el barrio 23 de Marzo, Municipio de Riberalta, la adquisición del elemento vital agua para el consumo humano es mediante pozos artesanales, viendo esta problemática el recurso agua debe estar cumpliendo los valores máximos aceptables los parámetros básicos, para ser agua potable, que no afecte la salud de los habitantes del lugar, por ello se realizó análisis de agua en el laboratorio de la U.A.P. Así se pudo caracterizar el agua subterránea, mediante el análisis de agua, tomando

los parámetros básicos del Reglamento Nacional para el Control de la Calidad del Agua para el Consumo Humano, N.B, 512. Se determinó su calidad mediante una interpretación exhaustiva de acuerdo a los resultados obtenidos, haciendo comparaciones con los valores máximos aceptables que dictan las reglamentaciones vigentes sobre el control de la calidad de agua para consumo humano, se izó una comparación con la clasificación de agua, según el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.

2.2.1. Alcances y Limitaciones

2.2.1.1. Alcances

Mediante la investigación se llega a beneficiar a los residentes del barrio 23 de Marzo, tomen en cuenta, medidas de mitigación y prevención sobre el agua subterránea de pozos artesanales.

Con esta investigación se consiguió a caracterizar el agua subterránea mediante análisis, a través del Laboratorio de Aguas y Alimentos de la Universidad Amazónica de Pando.

Se analizaron 10 Parámetros en total, de los factores físico, químico y bacteriológico de 7 pozos artesanales así logrando identificar las contaminaciones que tiene el recurso agua de los diferentes puntos de muestreo. *Ver: Tabla 7.*

Se determinó el grado de contaminación a través de las Legislaciones Vigentes sobre el líquido que se consume.

2.2.1.2. Limitaciones

La carencia de recurso económico para los costos de análisis, para incorporar más parámetros.

El escaso tiempo nos impide abarcar todo los aspectos que involucre sobre el agua subterránea.

No se realizará una propuesta que indique los pasos a seguir para poner en ejecución o implementarlo, pero se dará a conocer las medidas de mitigación y prevención para mitigar y prevenir las adversidades que alteran las propiedades físico, químico y bacteriológica del agua subterránea.

2.3. Planteamiento del Problema

La subsistencia del líquido vital agua, del barrio 23 de Marzo es mediante perforaciones poco profunda de pozos artesanales, la mayoría carece del diseño de protección que garantice la protección del acuífero, como la vida útil de la obra, por lo cual suceden desmoronamientos y agotamiento de los pozos artesanales dentro del barrio.

La precaria protección que tiene, los pozos artesanales y la calidad del agua es una amenaza para la salud humana, en los habitantes del barrio 23 de Marzo.

Las enfermedades transmitidas por el consumo de agua que no cumpla los valores máximos aceptables, que indica la Legislación Ambiental vigente, ocasiona daños a la salud desde leves o graves dependiendo del agua que se toma.

El agua subterránea se nota afectado por los factores climáticos, como ser en la época de sequía y de lluvia donde hay mayor infiltración a través de los poros hasta llegar a los pozos artesanales contaminando, sin duda alguna la contaminación antrópica se da por la basura, letrinas tradicional que se encuentran cerca de los pozos artesanales, que son fuente de abastecimiento para el consumo diario, barrio 23 de Marzo Distrito 5 del Municipio de Riberalta.

Ante la problemática ambiental, es de beneficio la realización de dicha investigación por lo que se caracterizó el agua de pozos artesanales mediante análisis de agua a través del laboratorio de Aguas y Alimentos de la Universidad Amazónica de Pando así se determinó el grado de contaminación que tuvo en el área de estudio, Barrio 23 de Marzo.

2.3.1. Pregunta de investigación

¿Cuál es la principal característica de las aguas subterráneas, utilizadas para consumo humano, en los pozos artesanales, barrio 23 de Marzo del Municipio de Riberalta?

3. JUSTIFICACION

El estudio de investigación se justifica mediante estas cuatro justificaciones que son:

a) Justificación Técnica

El estudio tuvo la importancia de agrupar la información relevante sobre la calidad del agua subterránea, mediante análisis del agua subterránea a través del Laboratorio de Aguas y Alimentos de la Universidad Amazónica de Pando, tomando en cuenta los parámetros básicos del Reglamento Nacional para el Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano N.B 512, del barrio 23 de Marzo, Municipio de Riberalta.

b) Justificación Social

Mediante la información recolectada in-situ a través de encuestas, con una guía de observación y obtenida a través de las muestras de análisis de agua subterránea mediante el laboratorio de la U.A.P. ayudo a que se tome en cuenta las medidas de mitigación y prevención para proteger el recurso vital agua subterránea, favoreciendo que su calidad no se altere por contaminación a través de infiltraciones, que alteran sus propiedades físicas, químicas y bacteriológicas del agua subterránea.

c) Justificación Socio-económica

El presente estudio tuvo la importancia de conocer y caracterizar la calidad del agua, de pozos artesanales, tanto el grado de contaminación del agua subterránea, asimismo ayudo a que la población del barrio 23 de Marzo tome opciones para purificarlo o hacer la desinfección utilizando mecanismo factibles, de acuerdo al grado de contaminación que tenga el recurso agua de su pozo artesanal, así contribuyo los resultados de la muestras de análisis de agua subterránea.

d) Justificación Ambiental

La problemática en el ámbito ambiental es preocupante sobre las propiedades de calidad que tienen las aguas de pozos artesanales, por lo que no se lo realiza ningún tratamiento, ni desinfección siendo esto afectados por las letrinas tradicionales, duchas cercas de los pozos artesanales, pero sin conocer las alteraciones de sus propiedades no se lo puede hacer el tratamiento, el resultado de los análisis de agua subterránea permitió que apliquen medidas de mitigación y prevención para mantener los niveles aceptables del agua para consumo.

4. PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Determinar las principales características del agua subterránea utilizada para consumo humano, mediante análisis físico químico y bacteriológico, para determinar el grado de contaminación, y proponer medidas de mitigación y prevención, barrió 23 de Marzo del Municipio de Riberalta.

4.2. Objetivos Específicos

- Identificar los puntos de muestreo de pozos artesanales que utilizan para el consumo humano, en el área de estudio.
- Determinar las principales características: físico, químico y bacteriológico, mediante el análisis, del laboratorio de Aguas y Alimentos de la Universidad Amazónica de Pando.
- Evaluar los resultados mediante la Legislación Ambiental Vigente.
- Analizar y plantear medidas de mitigación y prevención en los pozos artesanales para mantener en niveles aceptables asegurando la calidad del agua subterránea.

5. FORMULACION DE HIPOTESIS

Si se determinan las principales características del agua subterránea utilizada para consumo humano, mediante análisis físico, químico y bacteriológico, se podrá identificar el grado de contaminación que tienen para que se tomen en cuenta medidas de mitigación y prevención sobre el agua subterránea de pozos artesanales.

5.1. Definición de variables

5.1.1. Variable independiente: Determinación de las principales características del agua subterránea utilizada para consumo humano, mediante análisis físico, químico y bacteriológico.

5.1.2. Variable dependiente: Identificación del grado de contaminación que tienen para que se tomen en cuenta medidas de mitigación y prevención sobre el agua subterránea de pozos artesanales.

5.2. Operacionalización De La Variables.

Tabla 1 Operacionalización De La Variables

| Variables. | Definiciones. | Dimensiones | Indicadores | Instrumento |
|--|---|---|---|--|
| <p><u>VI.</u></p> <p>Determinación de las principales características del agua subterránea utilizada para consumo humano, mediante análisis físico, químico y bacteriológico.</p> | <p>Las principales características del agua subterránea: turbiedad, sabor, olor.</p> <p>Aplicación de métodos analíticos de laboratorio que permiten determinar las características Físico químico y bacteriológico del agua en forma cualitativa y cuantitativa.</p> | <p>Conocimiento del grado de vulnerabilidad del agua.</p> <p>Conocimiento sobre algunas estrategias para prevenir y minimizar la contaminación de las aguas subterráneas.</p> | <p>-Turbiedad.</p> <p>-Temperatura.</p> <p>- PH.</p> <p>Conductividad</p> <p>-Coliforme Totales.</p> <p>-Cloruros.</p> <p>-Solidos suspendidos</p> <p>-Salinidad.</p> <p>-Solidos totales.</p> <p>-Solidos disueltos.</p> | <p>Material de campo, de gabinete y de laboratorio.</p> |
| <p><u>VD.</u></p> <p>Identificación del grado de contaminación que tienen para que se tomen en cuenta medidas de mitigación y prevención sobre el agua.</p> | <p>Conjunto de acciones de prevención, control, atenuación, restauración y compensación de impactos ambientales negativos</p> | <p>Factores que intervienen en la calidad del agua subterránea.</p> | <p>Valores mínimos aceptables.</p> <p>Ph; 6,5-9,0.</p> <p>Turb.5 UNT</p> <p>Conductividad 1.500 uS/cm*.</p> <p>Coliforme totales:<1 UFC/100 ml</p> | <p>Materiales de laboratorio, para determinar el grado de contaminación, implementación de baños ecológicos secos.</p> |

Fuente: Elaboración propia.

5.3. Significación Práctica.

La significación práctica es la expresión concreta y específica del modelo teórico; es decir que la propuesta, proporciones, deducciones, conclusiones que derivan de la modelación teórica, constituye la significación práctica. Lo que implica el objeto modificado, transformado, resuelto el problema y el objetivo logrado. (Justiniano, R. 2015, Pàg.209). La investigación abordada tiene una trascendencia significativa ya que el estudio contribuye en recabar datos significativos para caracterizar el agua subterránea de pozos artesanales, que son fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano, Barrio 23 de Marzo, Distrito 5-Riberalta.

- I. Identificar los puntos de muestreo de pozos artesanales que utilizan para el consumo humano, en el área de estudio.

Tiene como principal objetivo de identificar los puntos, para la recolección de muestras aguas subterráneas representativas.

- II. Determinar las principales características: físico-químicas y bacteriológico, mediante análisis, del laboratorio de Aguas y Alimentos de la Universidad Amazónica de Pando.

Tiene como principal objetivo de caracterizar el agua subterránea, para ver las características físicas, químicas y bacteriológicas que tiene el agua que es para consumo humano en el barrio 23 de Marzo de diferentes puntos de la zona de estudio.

- III. Evaluar los resultados mediante la legislación ambiental vigente.

Tiene como principal objetivo de proporcionar las características del agua a través de los valores máximos aceptables que indica las legislaciones vigentes, sobre el recurso hídrico en cuanto al agua para consumo humano.

- IV. Analizar y plantear medidas de mitigación y prevención en los pozos artesanales para mantener en niveles aceptables asegurando la calidad del agua subterránea.

Tiene como principal objetivo de contrastar los efectos provocados por las fuentes de contaminación, al agua subterránea de pozos artesanales.

5.4. Aporte Teórico.

Justiniano, R. (2015) afirma “El aporte teórico, es la explicación, la definición de la esencia y particularidad del objeto que se encuentra implícita en el Modelo teórico y campo de acción” (Pág.209).

El aporte teórico que contempla la presente Tesis de Grado se expone con las siguientes afirmaciones;

Mediante informaciones de teorías, Leyes y Normas sobre el recurso agua subterránea permite describir y explicar el conjunto de conocimientos teóricos adquiridos, abordados y construidos en la realización de dicha investigación, las características del agua subterránea de pozos artesanales permitió ver esto mediante análisis de agua en el Laboratorio de Aguas y Alimentos de la Universidad Amazónica de Pando que presenta, en el barrio 23 de Marzo, Distrito 5- Riberalta.

Las Legislaciones sobre el recurso agua son la base fundamental que sustenta la investigación que se ejecutó para poder caracterizar el agua subterránea de pozos artesanales mediante análisis de agua de pozos artesanales.

Se descubrió que de los parámetros físicos, químicos y bacteriológico analizados en el Laboratorio de Aguas y Alimentos de la UAP, como ser coliformes totales dio el resultado de 2×10^3 no está dentro de los valores máximos aceptables que indica la NB 512, también el parámetro del pH resultado obtenido 5,56. Esto indica que es ácida, la NB 512 indica para ser una agua para consumo humano debe estar entre los 6,5-9,00. adimensional porque carece de unidad de medida, reconocida por ser medida en escala.

6. MARCO REFERENCIAL

6.1. Marco Conceptual.

6.1.1. Agua (H₂O). Compuesto químico formado por la combinación de dos átomos de hidrogeno y uno de oxígeno.

6.1.2. Contaminación. Alteración de cualquiera de las siguientes características: Físicas, químicas, biológicas y/o radiológicas en el agua, que deterioran su calidad de modo tal que llegue a constituir un riesgo para la salud o a reducir su utilización. (N.B 495, 2005, Pàg.9).

6.1.3. Determinar. Es la acción y efecto de determinar (tomar una resolución, fijar los términos de algo, señalar algo para algún efecto).(Diccionario).

6.1.4. Caracterización. Es un tipo de descripción cualitativa que puede recurrir a datos o a lo cuantitativo con el fin de profundizar el conocimiento sobre algo. Para cualificar ese algo previamente se debe identificar y organizar los datos; y a partir de ellos describir de una forma estructurada; y posterior mente establecer su significado. (Bonilla, hurtado & Jaramillo, 2009. Pág. 1).

6.1.5. Agua para consumo humano. Agua que cumple con los requisitos de la Norma 512. También se denomina agua potable. (NB 496, 2005, Pág. 7)

6.1.6. Subterránea. Agua que puede ser encontrada en la zona saturada del suelo. Se mueve lentamente desde lugares con alta elevación y presión hacia lugares de baja elevación y presión. (Delgado, 2008, pág. 109)

6.1.7. Fuentes de abastecimiento de agua. Depósitos o cursos naturales de agua, superficiales o subterráneos. (N.B 495, 2005, Pág.10)

6.1.8. Parámetro. Nombre del elemento o compuesto a medirse mediante un procedimiento analítico de laboratorio. (N.B 495, 2005, Pàg.12).

6.1.9. Napa Freática. Acuífero más cercano a la superficie del suelo. (R.M.C.H.Pag.176).

6.1.10. Valor máximo aceptable. Valor máximo de la concentración permitido para los parámetros definidos en la NB 512 y el Reglamento Nacional para el Control de la Calidad de Agua para Consumo Humano.(N.B 495,2005,Pàg.14)

6.1.11. Análisis bacteriológico. Aplicación de métodos analíticos de laboratorio que permiten determinar las características bacteriológicas del agua.

6.1.12. 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. (N.B 496, 2005, Pàg.7).

6.1.13. Nivel Piezometrico. Profundidad a la que se encuentra el nivel del agua en un pozo. (R.M.C.H. Pag.176).

6.1.14. Características microbiológicas. Son aquellas debidas a la presencia de bacterias y otros microorganismos nocivos a la salud humana. (N.B 495, 2005, Pàg.8).

6.1.15. Control de calidad. Es el control efectuado en el proceso de muestreo a objeto de que el mismo sea confiable y representativo. (N.B 496, 2005, Pàg.8).

6.1.16. Insumos químicos. Productos químicos utilizados en el tratamiento y desinfección del agua. (N.B 512, 2010, Pàg.11).

6.1.17. Muestra de agua. La fracción significativa y representativa de una masa mayor de agua que conserva sus propiedades y características. (N.B 496, 2005, Pàg.8).

6.1.18. Pozo Somero. Pozo de agua generalmente excavado a mano, que sirve para obtener agua del nivel freático, principalmente para usos domésticos. (R.M.C.H. Pag.176).

6.1.19. Punto de muestreo. Lugar físico de donde se extrae una muestra representativa, para su posterior caracterización físico-química, bacteriológica y/o radiológica.

6.1.20. Muestreo. Acción que consiste en tomar muestras con el objeto de analizar sus propiedades y características. (N.B 496, 2005, Pàg.8).

6.1.21. Sólidos Suspendidos Totales. Peso de las partículas sólidas suspendidas en un volumen de agua, retenidas en el papel filtro N° 42.

6.1.22. Prevención. Disposiciones y medios anticipadas para evitar el deterioro de la calidad de agua. (R.M.C.H. Pag.177).

6.1.23. Zinc. El zinc es un nutriente que las personas necesitan para estar sanas. El zinc se encuentra en las células de todo el cuerpo. Ayuda al sistema inmunitario a combatir bacterias y virus que invaden al cuerpo. El cuerpo también necesita zinc para fabricar proteínas y el ADN, el material genético presentes en toda la células. Durante el embarazo, la infancia, y la niñez, el órgano requiere zinc para crecer y desarrollarse bien. El zinc también favorece la cicatrización de las heridas y el funcionamiento normal del sentido del gusto y del olfato. (National Institutes of Health, Pág. 1).

6.1.24. Calcio. Es un componente primordial de los huesos que cumple una función muy importante en el mantenimiento normal de los mismos en todas las etapas de la vida. A lo largo de la niñez, adolescencia y adultez temprana, así como durante el embarazo y la lactancia, se deben consumir cantidades adecuadas de calcio ya que en estas se forma la mayor cantidad de hueso que es genéticamente posible. (Ministerio de Salud, Pág. 1).

6.1.25. Magnesio. El magnesio es un nutriente que el cuerpo necesita para mantenerse sano. El magnesio es importante para muchos procesos que realiza el cuerpo, por ejemplo, regula la función de los músculos y el sistema nervioso, los niveles de azúcar en la sangre, y la presión sanguínea. Además, ayuda a formar proteína,

masa ósea y ADN (el material genético presentes en la células). (National Institutes of Health.Pàg.1).

6.1.26. Coagulación.

La coagulación consiste en introducir en el agua un producto capaz:

- De neutralizar la carga de los coloides generalmente electronegativos, presentes en el agua,
- De formar un precipitado.

Este producto se conoce con el nombre de coagulante.

6.1.27. Floculación.

El coagulante introducido da lugar a la formación del flóculo, pero es necesario aumentar su volumen su peso y sobre todo su cohesión. Se favorecerá el engrosamiento del flóculo por medio de:

- Una coagulación previa tan perfecta como sea posible,
- Un aumento de la cantidad del flóculo en el agua; conviene poner el agua en contacto con los precipitados ya formados por el tratamiento anterior (recirculación de fangos lecho de fango), tratando de conseguir la mayor concentración posible,
- Una agitación homogénea y lenta del conjunto, con el fin de aumentar las posibilidades de que las partículas coloidales descargadas eléctricamente se encuentren con una partícula de flóculo,
- El empleo de ciertos productos llamados floculantes. (Coagulación y Floculación .Pág.6).

6.1.28. Adimensional. Es toda aquel que carece de unidad, como el número.(Diccionario español).

6.1.29. Mitigación. Conjunto de acciones y medidas, estructuradas o no estructurales, dirigidas a “reducir” las condiciones de vulnerabilidad o la exposición a las amenazas de las comunidades y su infractura. (Cerritos, O. (2007).

6.1.30. Antrópica. Se designa todo lo relativo al ser humano, por oposición a lo natural, y especialmente se aplica a todas las modificaciones que sufre la naturaleza a causa de la acción de los humanos. (Tenjo, M)

6.1.31. Coloide. Se emplea para nombrar a aquella sustancia que, al encontrar en un líquido, se dispersa poco a poco. (Diccionario español).

6.1.32. Alcalinidad. La alcalinidad o basicidad del agua se puede definir como una medida para neutralizar ácido (Henry JG, Heinke GW. Pág. 166).

6.1.33. Lixiviado. Proceso de eliminación de los compuestos solubles de una roca, sedimentos o suelo por acción de las aguas de infiltración.(Diccionario, Glosario de montaña y geografía).

6.1.34. In situ. Significa en el lugar, en el sitio, sobre el terreno. (7GRAUS).

6.2. Marco teórico.

En este punto se tomarán de referencias investigaciones similares al tema de estudio que de igual manera aportará a la sustentabilidad de la investigación.

6.2.1. ¿Qué es el Agua subterránea?

Es el agua existente bajo la superficie del terreno. En concreto, es aquella situada bajo el nivel freático y que está saturando completamente los poros y fisuras del terreno. Este agua fluye a la superficie de forma natural a través de manantiales, áreas de rezume, cauces fluviales, o bien directamente al mar. Puede también dirigirse artificialmente a pozos, galerías y otros tipos de captaciones. Se renueva de modo constante por la Naturaleza. Esta recarga procede principalmente de las

precipitaciones, pero también puede producirse a partir de escorrentía superficial y cursos superficiales de agua. (Instituto Geológico y Minero de España, 2009, Pàg.14).

6.2.2. Composición natural de las aguas subterráneas.

El agua constituye el disolvente más universal. Por tanto, es capaz de incorporar gran cantidad de sustancias al estar en contacto con los terrenos por los cuales circula. Las aguas subterráneas tienen mayor oportunidad de disolver materiales que las aguas superficiales debido a su prolongado contacto con las formaciones geológicas a través de las cuales se desplaza, a la presencia de dióxido de carbono (CO₂) y oxígeno (O₂) disuelto en el agua, y a la lenta velocidad con que se mueven. Por este motivo, en términos generales el agua subterránea suele presentar una concentración iónica mayor que la de escorrentía superficial del mismo origen. (Instituto Geológico y Minero de España, 2009, Pàg.23).

6.2.3. Perímetros de protección de captaciones de aguas subterráneas.

La delimitación de perímetros de protección tiene por objetivo salvaguardar la calidad de las aguas subterráneas que se extraen de las captaciones de abastecimiento urbano; adquiere una trascendental importancia ante el riesgo potencial que supone la actividad antrópica en los alrededores de dichas captaciones. (Instituto Geológico y Minero de España, 2009, Pàg.41).

6.2.4. El agua subterránea en el Mundo:

6.2.4.1. Agua y vida.

El agua, además de ser esencial para la vida y tener un valor económico o utilitario muy importante, tiene también un valor intangible que a veces es definido como simbólico, cultural, religioso o patrimonial. Esta característica del agua hace prácticamente imposible que este recurso pueda ser tratado como cualquier otro bien de consumo humano. (Instituto Geológico y Minero de España, 2009, Pàg.44).

6.2.5. Clasificación de los acuíferos de agua subterránea:

6.2.5.1. Acuíferos libres.

Son aquellos en los que el nivel de agua se encuentra por debajo del techo de la formación permeable. Liberan agua por de saturación, es decir, el agua que ceden es la procedente del drenaje de sus poros. (Figura 1).

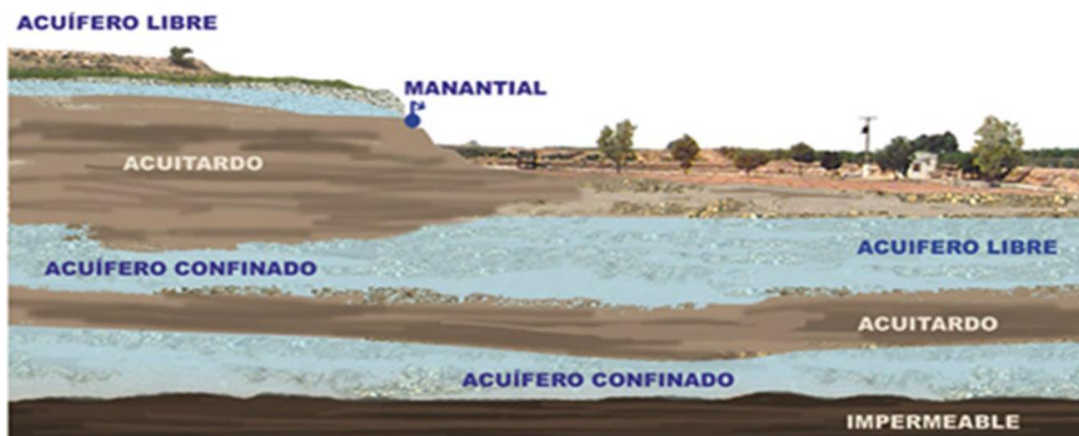
6.2.5.2. Acuíferos confinados.

Son aquellos cubiertos por una capa impermeable confinante. El nivel de agua en los acuíferos cautivos está por encima del techo de la formación acuífera. El agua que ceden procede de la expansión del agua y de la descompresión de la estructura permeable vertical, cuando se produce la depresión en el acuífero. También se les denomina acuíferos cautivos. (Figura 1).

6.2.5.3. Acuíferos Semiconfinado.

Se pueden considerar un caso particular de los acuíferos cautivos, en los que muro, techo o ambos no son totalmente impermeables, sino que permiten una circulación vertical del agua .(Gálvez ,2011,Pàg.10).

Figura 1 Tipos de acuíferos



Fuente: Gálvez, 2011, Pàg.11.

6.2.6. Importancia de las aguas subterráneas.

“Las aguas subterráneas (la parte de todos los recursos hídricos que se encuentra por debajo de la superficie de la tierra) representan más del noventa y cinco por ciento de las reservas mundiales de agua dulce. Dadas sus ingentes reservas y su amplia distribución geográfica, su buena calidad en general y su resistencia ante las fluctuaciones estacionales y la contaminación, las aguas subterráneas representan una garantía de que la población mundial actual y futura contará con un abastecimiento de agua asequible y seguro. Las aguas subterráneas son predominantemente un recurso renovable que, cuando se gestiona adecuadamente, garantiza un abastecimiento a largo plazo que contribuya a atender las crecientes demandas y a mitigar los impactos del cambio climático previsto. En términos generales, el desarrollo de las aguas subterráneas requiere una inversión de capital menor que el desarrollo de las aguas superficiales y se puede poner en práctica en un plazo de tiempo más corto.” (Instituto de Ingeniería Sanitaria Facultad de Ingeniería, 2012, pág. 11).

6.2.7. Dureza.

Las aguas subterráneas contienen en general sales en disolución, siendo su contenido función de los suelos en los cuales se encuentran alojadas o los que atravesaron hasta alcanzar su situación actual. Asimismo las aguas más antiguas han tenido la posibilidad de disolver una mayor cantidad de sales. Teniendo en cuenta ello resulta que en general las aguas más profundas originadas en la precipitación y su posterior infiltración, posee un tenor salino más elevado, con relación a aguas del mismo origen ubicadas a menor profundidad. (Instituto de Ingeniería Sanitaria Facultad de Ingeniería, 2012, pág. 35).

6.2.8. Desventajas del agua subterránea: sus consecuencias

6.2.8.1. Agotamiento.

Con respecto al primer punto, esto es el peligro de agotamiento cuantitativamente hablando, diremos que es una realidad que la disponibilidad de agua de origen subterráneo, en muchos sitios va en disminución. En esos lugares se advierte que los niveles estáticos de los acuíferos descienden año a año, disminuyendo las posibilidades de extracción.

La causa de este problema radica generalmente en la sobreexplotación, es decir la extracción de agua por encima de la capacidad de recuperación que a través de la recarga natural poseen los acuíferos.

El otro factor es la disminución de la recarga del acuífero muchas veces por acción antrópica. En efecto, el hombre ha alterado los mecanismos de la recarga natural, desviando ingentes cantidades de agua de origen superficial o meteórico las que al ver alteradas su escorrentía natural dejan de infiltrar o lo hacen en menor proporción o mayor tiempo, situación agravada por la disminución de los espacios verdes y zonas de suelo expuesto, con la consecuente desaparición de áreas de infiltración potencial. (Instituto de Ingeniería Sanitaria Facultad de Ingeniería, 2012, pág. 31).

6.2.8.2. Salinización creciente.

El siguiente problema expuesto es el de la salinización creciente de las aguas subterráneas. Este aspecto debe en rigor ser analizado conjuntamente con el anterior, ya que guarda directa relación con el ritmo de extracción que el hombre efectúa. En efecto ha sucedido y sigue sucediendo que al sobreexplotar un acuífero antes de su agotamiento sobreviene el fenómeno de incremento salino del agua contenida, la cual se va tornando paulatinamente inservible para el hombre. (Instituto de Ingeniería Sanitaria Facultad de Ingeniería, 2012, pág. 31).

6.2.8.3. Contaminación en aumento.

El tercer y último problema planteado es la contaminación de las aguas subterráneas, No creemos equivocarnos al afirmar que más a menudo de lo que se cree se están sacando conclusiones generales acerca del acuífero a partir de problemas provocados localmente por una mala construcción de la captación (perforación), por fallas debidas al deterioro propio de su obsolescencia o por un mal diseño sobre todo en el caso de un sistema o batería de pozos. Esta consideración viene a cuento porque en determinadas circunstancias se desecha una fuente subterránea de agua por hallarse en la misma algún elemento o sustancia química sobre cuyo origen no hay absoluta certeza y a falta de ella se concluye, una vez más con apresuramiento y hasta con ignorancia, que es una contaminación que afecta al acuífero en su conjunto, susceptible de incrementarse y tanto más peligrosa por la presunta imposibilidad de controlarla. (Instituto de Ingeniería Sanitaria Facultad de Ingeniería, 2012, pág. 32).

6.2.9. Acuíferos.

La parte del subsuelo donde se encuentra el agua subterránea se denomina acuífero. Los acuíferos están constituidos por formaciones geológicas compuestas por materiales permeables y porosos que reciben el agua, la almacenan y permiten el tránsito de la misma. Los acuíferos pueden ser de tipo fisurado (fracturas en rocas cristalinas como granitos) o granulares (sedimentos de tipo arenas). A su vez estos

últimos pueden ser: libres (a presión atmosférica) o confinados (a presión mayor que la atmosférica) por lo cual pueden llegar a ser surgentes. (Delgado, 2008, pág. 17).

6.2.10. Efectos en la salud.

La falta de higiene sanitaria y buena calidad de agua potable sigue siendo una amenaza para la salud humana.

Las enfermedades transmisibles por el agua generan patologías que demuestran y evidencian el grado de deterioro de una población, siendo los sectores más afectados aquellos que sufren de pobreza, condiciones habitacionales y de higiene sanitaria deficientes, desnutrición y marginalidad. Los potenciales patógenos presentes en el agua son bacterias, virus, protozoos, helmintos y otros parásitos. La mayoría de los patógenos que se encuentran en el agua contaminada provienen de heces humanas o animales, no se reproducen en el agua y una vez dentro del organismo, inician una infección en el tracto gastrointestinal luego de ser ingeridas.

Los efectos en la salud de las enfermedades transmisibles por el agua varían en severidad desde una leve gastroenteritis hasta casos graves de disentería, hepatitis, cólera, fiebre tifoidea y diarrea severa. La diarrea sola es responsable de la muerte de 1,8 millones de personas por año a nivel mundial. Se estima que el 88% de las muertes son atribuibles a la falta de higiene sanitaria y agua potable y con especial incidencia en niños en países periféricos. Una gran cantidad de enfermedades podría ser prevenida a través del acceso al agua limpia, infraestructura sanitaria adecuada y mejores prácticas de higiene. (GREENPEACE, 2009, Pág. 6).

6.2.11. Principales enfermedades de origen hídrico y los organismos que las causan.

Tabla 2 Principales enfermedades de origen hídrico

| ENFERMEDAD | ORGANISMO CAUSADORES |
|--|--|
| | BACTERIAS. |
| Fiebre Tifoidea | Salmonella typhi |
| Fiebre Paratifoidea | Salmonella paratyphy |
| Cólera | Vibrio Collera |
| Disentería bacilar | Shigella spp. |
| Gastroenteritis | Salmonella spp. |
| Infecciones del oído | Pseudomona aeruginosa |
| Enfermedad pulmonar | Microbacterium avium intracelular |
| | VIRUS. |
| Poliomelitis | Poliovirus |
| Enf. Aparato respiratorio sup. | Cosaeikierosus, ecovirus |
| Gastroenteritis | Rotavirus |
| Hepatitis infecciosa | Virus de la hepatitis A |
| Hepatitis | Virus de la hepatitis E |
| Gastroenteritis | Astrovirus y adenovirus enterico |
| PROTOZOOS Y OTROS ORGANISMOS. | |
| Gardiasis | Giardia liambia |
| Disentería amibiana | Entamoeba histolytica |
| Meningoencefalitis | Naegleria Gruberi |
| Gastroenteritis | Criptosporidium parvum, Ciclospora cayatanensis, Microspora. |
| Infecciones oculares | Acantameba |
| Menugo encefalitis primaria amebiana | Fowleri |
| Gastronteritis daños al hígado y al sistema nervioso | Algas azul-verdosas |
| Alergias respiratorias | Hongos |

Fuente: Sobsey y Olson (1983.Pag.60).

6.2.12. Contaminación de las aguas subterráneas.

Si consideramos el ciclo hidrológico en su forma pura, es decir sin la acción modificante del hombre, las causas de contaminación podrían ser llamadas “naturales” y alcanzaría con beber agua de los lugares que sabemos carecerían de elementos nocivos para la salud. Sin embargo hoy en día creo que todos dudamos en utilizar agua de lugares abiertos y en muchas partes del mundo se consume solamente agua embotellada. (Delgado, 2008, pág. 32).

6.2.13. Vulnerabilidad.

El medio físico puede darle cierto grado de protección a los acuíferos al oficiar como purificador de agua contaminada cuando ésta percola (pasa) a través del suelo y otros estratos de la zona no saturada. El grado de atenuación que el ambiente físico pueda efectuar y el tipo de contaminante determina el potencial relativo con que un acuífero puede contaminarse.

La vulnerabilidad es una propiedad intrínseca de los sistemas de agua subterránea que depende de la sensibilidad de estos a impactos humanos y/o naturales, y es función de factores hidrogeológicos que determinan tanto la inaccesibilidad de la zona saturada a la penetración de contaminantes como la capacidad de atenuación de los estratos por encima de ella. Las propiedades del medio varían de un punto a otro, lo que hace variable el potencial de un acuífero para protegerse, razón para que algunas áreas sean más vulnerables que otras. (Delgado, 2008, pág. 56).

6.2.14. Clasificación de cuerpos de aguas.

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 casos extremos de necesidad pública, requieren un proceso inicial de presedimentación, 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. (Reglamento en Materia de Contaminacion Hidrica, 1992, pág. 11).

6.2.15. Parámetros de control mínimo.

Los parámetros de Control Mínimo de la calidad del agua para consumo humano que deben realizar las EPSA, se presentan en la Tabla N° 1.

Tabla 3 Parámetros de Control Mínimo

| Parámetros | Valor máximo aceptable. |
|--------------------------|-------------------------|
| pH. | 6,5 – 9,0 |
| Salinidad. | 0 – 0,5 |
| Conductividad Electrica. | 1.500 μ S/cm* |
| Temperatura. | --- |
| Turbiedad. | 5 UNT |
| Cloruros. | 250,0mg/l (*) |
| Solidos disueltos. | 500,00 |
| Coliformes totales. | <1 UFC/100 ml |
| Sólidos en suspensión. | ---- |
| Solidos totales. | 1000,00 |

(Reglamento Nacional para el Control de la calidad del Agua para Consumo Humano, 2005, pág. 14).

6.2.16. Procedimiento de toma de muestras.

6.2.16.1. Procedimiento de Muestreo Parámetros Bacteriológicos.

Tabla 4 Procedimiento de Muestreo Parámetros Bacteriológicos

| Nº | Actividad. | Descripción. |
|----|-------------------------------------|--|
| 1 | Preparación de los frascos. | 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. 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. |
| 2 | Codificación del frasco de muestreo | Codificar el frasco de muestreo (pone la fecha y el código de la muestra correspondiente). |
| 3 | Limpieza. | Eliminar del grifo cualquier adherencia o suciedad mediante una pinza con una torunda de algodón empapada con alcohol, descartando este material. |
| 4 | Esterilización. | 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 |
| 5 | Extracción de la muestra. | 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. 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. |
| 6 | Registro de Datos. | Registrar en las planillas de muestreo, la fecha, hora, temperatura y otros datos que puedan influir en las determinaciones analíticas. |
| 7 | Transportar la muestra. | Transporta el/los frasco(s) en conservadores con hielo. |

Fuente: N.B 496 “Agua Potable – Toma de Muestras”, 2005.

6.2.17. Procedimiento de Muestreo Parámetros Físico y Químico.

Tabla 5 Procedimiento de Muestreo Parámetros Físico y Químico

| Nº | Actividad. | Descripción. |
|----|--------------------------------------|---|
| 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 | Enjuague del frasco. | Enjuagar el frasco dos (2) a tres (3) veces con la misma muestra. |
| 4 | Extracción de la Muestra. | Llenar el frasco hasta que rebalse, evitando el contacto del grifo con la boca del frasco. |
| 5 | Cierre del frasco. | Tapar el frasco con sumo cuidado para que no queden burbujas en su interior. |
| 6 | Registro de datos. | Registrar en las planillas de muestreo, la fecha, hora, Temperatura y otros datos que puedan influir en las determinaciones analíticas. |
| 7 | Transporte de la Muestra. | Transportar el/los frasco(s) en conservadores con hielo. |

Fuente: N.B 496 "Agua Potable – Toma de Muestras", 2005.

6.2.18. Transporte y Conservación de Muestras

6.2.18.1. Transporte de las muestras

Entre la toma de muestras y el análisis debe 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.

6.2.18.2. 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.

6.2.18.3. Conservadores

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

Tabla 6 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. |

Fuente: N.B 496 “Agua Potable – Toma de Muestras”, 2005.

6.2.19. Condiciones de envases para las muestras.

6.2.19.1. Pre tratamiento 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.

6.2.19.2. Pre tratamiento y/o limpieza de los envases para análisis bacteriológico

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

6.3. MARCO LEGAL

6.3.1. Constitución Política del Estado Plurinacional.

Capítulo Segundo

Derechos fundamentales.

Artículo 20-

- I. Toda persona tiene derecho al acceso universal y equitativo a los servicios básicos de agua potable, alcantarillado, electricidad, gas domiciliario, postal y telecomunicaciones. (Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia, Pag 7).

Capítulo quinto

Recursos hídricos.

Artículo 373-

I. El agua constituye un derecho fundamentalísimo para la vida, en el marco de la soberanía del pueblo. El Estado promoverá el uso y acceso al agua sobre la base de principios de solidaridad, complementariedad, reciprocidad, equidad, diversidad y sustentabilidad.

II. Los recursos hídricos en todos sus estados, superficiales y subterráneos, constituyen recursos finitos, vulnerables, estratégicos y cumplen una función social, cultural y ambiental. Estos recursos no podrán ser objeto de apropiaciones privadas y tanto ellos como sus servicios no serán concesionados y están sujetos a un régimen de licencias, registros y autorizaciones conforme a

Ley. (C.P.E.P.B. Pag 111).

Artículo 374-.

- I. El Estado protegerá y garantizará el uso prioritario del agua para la vida. Es deber del Estado gestionar, regular, proteger y planificar el uso adecuado y sustentable de los recursos hídricos, con participación social, garantizando el acceso al agua a todos sus habitantes. La ley establecerá las condiciones y limitaciones de todos los usos. (C.P.E.P.B. Pag 111).

6.3.2. Reglamentación de la Ley N° 1333 del Medio Ambiente.

Capitulo ii

Del Recurso Agua**Artículo 36-.**

Las aguas en todos sus estados son de dominio originario del Estado y constituyen un recurso natural básico para todos los procesos vitales. Su utilización tiene relación e impacto en todos los sectores vinculados al desarrollo, por lo que su protección y conservación es tarea fundamental del Estado y la sociedad. (Reglamento de la ley 1333 del Medio Ambiente).

6.3.2.1. Reglamento General de Gestión Ambiental.**Artículo 30-.**

Los elementos principales del medio ambiente que deben ser recogidos por los centros de información ambiental serán los que estén relacionados, entre otros, con el estado de las aguas superficiales y subterráneas, el aire, el suelo, la fauna, la flora, el paisaje, el ruido, los ecosistemas en general.(Reglamento General de Gestión Ambiental).

6.3.2.2. Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.

Capítulo iv

De la conservación de las aguas subterráneas

Artículo 63-

d) La perforación de pozos y explotación de aguas subterráneas en zonas donde exista contacto con aguas salinas que puedan contaminar los acuíferos para consumo humano o que puedan provocar su fuga a estratos permeables.

Artículo 65-

Los pozos someros para uso doméstico familiar no están sujetos al control establecido en el presente Reglamento, siendo el control de calidad del agua para consumo humano responsabilidad de las autoridades de salud correspondientes. (R.M.C.H. Pag 191).

6.3.3. Ley N° 031 Marco de Autonomías y Descentralización “Andrés Bólvarez”

Artículo 83-. (Agua Potable y Alcantarillado).

I. De acuerdo a la competencia exclusiva del Numeral 30 del Párrafo II del Artículo 298 de la Constitución Política del Estado, el nivel central de Estado tiene las siguientes competencias exclusivas:

1. Nivel central del Estado:

a) Formular y aprobar el régimen y las políticas, planes y programas de servicio básicos del país; incluyendo dicho régimen el sistema de regulación y planificación del servicio, políticas y programas relativos a la inversión y la asistencia técnica.

- b)** Elaborar, financiar y ejecutar subsidiariamente proyectos de alcantarillado sanitario con la participación de los otros niveles autonómicos en el marco de las políticas de servicios básicos.
- II.** De acuerdo a la competencia concurrente del Numeral 9 del Párrafo II del Artículo 299 de la Constitución Política del Estado y en el marco de la delegación de la facultad reglamentaria y/o ejecutiva de la competencia exclusiva del Numeral 30 del Párrafo II del Artículo 298 de la Constitución Política del Estado, se desarrollan las competencias de la siguiente manera:
 - 1.** Nivel central del Estado:
 - a)** Elaborar, financiar y ejecutar subsidiariamente proyectos de agua potable y alcantarillado de manera concurrente con los otros niveles autonómicos, en el marco de las políticas.
 - 2.** Gobierno departamentales autónomos:
 - a)** Elaborar, financiar y ejecutar subsidiariamente proyectos de agua potable y alcantarillado de manera concurrente y coordinada con el nivel central del Estado, los gobiernos municipales e indígenas originarios campesina que correspondan, pudiendo delegar su operación y mantenimiento a los operadores correspondientes, una vez concluidas las obras. Toda intervención del gobierno departamental debe coordinarse con el municipio o autonomías indígena originaria campesina beneficiaria.
 - b)** Coadyuvar con el nivel central del Estado en las asistencias técnicas y planificación sobre los servicios básicos de agua potable y alcantarillado.
 - 3.** Gobiernos municipales autónomos:
 - a)** Ejecutar programas y proyectos de los servicios de agua y alcantarillado, conforme a la constitución política del Estado, en le marco del régimen

hídrico y de sus servicios, y las políticas establecidas por el nivel central del Estado.

- b)** Elaborar, financiar y ejecutar proyectos de agua potable en el marco de sus competencias, y cuando corresponda de manera concurrente y coordinada con el nivel central del Estado y los otros niveles autonómicos; así como coadyuvar en la asistencia técnica y planificación. Concluidos los proyectos podrán ser transferidos al operador del servicio.
- c)** Proveer los servicios de agua potable y alcantarillado a través de entidades públicas, cooperativas, comunitarias o mixtas sin fines de lucro conforme a la Constitución Política del Estado y en el marco de las políticas establecidas en el nivel del Estado.
- d)** Aprobar las tasas de los servicios públicos de agua potable y alcantarillado, cuando estos presenten el servicio de forma directa.

4. Gobiernos Indígenas Originarios Autónomos:

- a)** Los gobiernos indígenas originarios campesinos, en el ámbito de su jurisdicción, podrán ejecutar las competencias municipales.

III. De acuerdo al Artículo 20 de la Constitución Política del Estado y la competencia del Numeral 40 del Párrafo I del Artículo 302 de la Constitución Política del Estado, los gobiernos municipales tienen la competencia exclusiva del alcantarillado y establecimiento de las tasas sobre la misma.

IV. Los gobiernos departamentales tienen la competencia de elaborar, financiar y ejecutar proyectos de alcantarillado sanitario en calidad de delegación o transferencia de la facultad reglamentaria y/o ejecutiva de la competencia exclusiva del Numeral 30 del Párrafo II del Artículo 298 de la Constitución Política del Estado.

6.3.4. Ley N° 2029 Ley de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario.

Título IV

Concesiones y Licencias.

Capítulo I.

Concesiones.

Artículo 28-. (Dominio Originario del Estado). Son de dominio originario del estado las aguas lacustres, fluviales, medicinales, superficiales y subterráneas, cualquiera sea su naturaleza, calidad, condición, clase o uso. (Ley 2029 Servicio de Agua Potable y Alcantarillado Saniatrio.Pag. 9).

6.3.5. Ley 373 de 1997 Programa para el uso eficiente y ahorro del agua.

Artículo 13-. Programas docentes. De conformidad con lo establecido en el numeral 9 del artículo 5 de la ley 99 de 1993 el Ministerio de Medio Ambiente conjuntamente con el Ministerio de Educación Nacional adoptaran los planes y programas docentes y educaran el pensum en los niveles primario y secundario de educación incluyendo temas referidos al uso racional y eficiente del agua. (Ley 373.Pàg 5).

6.3.6. Decreto supremo N° 29894 Evo Morales Ayma Presidente del Estado Plurinacional.

Artículo 95-. (Atribuciones de la ministra(o) de medio ambiente y agua). Las atribuciones de la ministra(o) de Medio Ambiente y Agua, en el marco de las competencias asignadas al nivel central por la Constitución Política del Estado, son las siguientes:

c) Formular y ejecutar una política integral de los recursos hídricos, para garantizar el uso prioritario del agua para la vida gestionando, protegiendo, garantizando y priorizando el uso adecuado y sustentable de los recursos hídricos, para el consumo humano, la producción alimentaria, y las necesidades de preservación y conservación

de los ecosistemas acuíferos, y la biodiversidad, respetando los usos y costumbres de las organizaciones indígenas originario campesinas, en aplicación de los principios de solidaridad, reciprocidad, complementariedad, equidad, diversidad, sostenibilidad, y con participación social.

d) Formular, ejecutar, evaluar y fiscalizar las políticas y planes de agua potable y saneamiento básico, riesgo y manejo integral de cuencas y rehabilitación forestal de cuencas y áreas degradadas, así como el aprovechamiento sustentable del agua en todo sus estados, sean estas superficiales y subterráneas, aguas fósiles, glaciales, humedales, minerales, medicinales. (Pàg.28).

Artículo 97-. (Atribuciones del viceministerio de recursos hídricos y riesgo). Las atribuciones del Viceministerio de recursos Hídricos y Riego, en el marco de las competencias asignadas al nivel central por la Constitución Política del Estado, son las siguientes:

a) Contribuir al desarrollo y ejecución de planes, políticas y normas de Manejo Integral de Cuencas y de Riesgo, y en el diseño de estrategias para la conservación, uso y aprovechamiento de los recursos hídricos en todos sus estados, superficiales, subterráneos con los diferentes actores involucrados en la gestión ambiental de las cuencas hidrográficas, respetando los usos y costumbres. (Decreto supremo 29894, Pág.30).

6.3.7. Ley Nº 071 Ley de Derechos de la Madre Tierra.

Capítulo III

Derechos de la madre tierra.

Artículo 7-

I. La Madre Tierra Tiene los siguientes derechos:

3: Al Agua: Es el derecho a la preservación de la funcionalidad de los ciclos de agua, de su existencia en la calidad y cantidad necesaria para el sostenimiento de los sistemas de vida, y su protección frente a la contaminación para la reproducción de la vida de la Madre Tierra y todo sus componentes.(Ley 071 Madre Tierra.Pàg 3).

7. DISEÑO METODOLOGICO

7.1. Tipo de investigación

7.1.1 Descriptiva

Es la capacidad para seleccionar las características fundamentales del objeto de estudio y su descripción detallada de las partes, categorías o clases de dicho objeto.

En tales estudios se muestran, narran, reseñan, o identifican hechos, situaciones. Pero no se dan explicaciones o razones del porqué de las situaciones, los hechos, los fenómenos etcétera. (Bernal, 2006, Pág. 112).

La investigación es de tipo descriptiva por lo que permite interpretar, todo los resultados de los análisis de las muestras de agua subterránea, sin dar explicaciones el porqué de los hechos.

7.1.2. Propositiva

Mediante el cual se dará solución al problema abordado, planteando medidas de mitigación y prevención sobre el agua subterránea de pozos artesanales en el barrio 23 de Marzo, Distrito 5 Municipio de Riberalta.

7.2.1. Diseño de investigación:

7.2.1.1. Cuasi experimental

Los diseños cuasi experimentales se diferencian de los experimentales verdaderos porque en estos el investigador ejerce poco o ningún control sobre las variables extrañas, los sujetos participantes de la investigación se pueden asignar aleatoriamente a los grupos y algunas veces se tiene grupo de control. (Bernal, 2006, Pág.149).

El diseño cuasi experimental se empleó por lo que se trabajó con dos poblaciones uno es la población de habitantes que se encuestó a uno de cada vivienda, y la otra población fueron los pozos artesanales agua subterránea que se analizaron a través del laboratorio de Agua y Alimento de la U.A.P, obteniendo datos fidedignos de los pozos artesanales que se analizaron.

7.2. Método y técnicas de recolección de datos:

7.2.1. Método

7.2.1.1. Método deductivo

Es un método de razonamiento que consiste en tomar conclusiones generales para explicaciones particulares. El método se inicia con el análisis de la población de los postulados, teoremas, leyes principios etcétera, de aplicación universal y de comprobada validez para aplicarlos a soluciones o hechos particulares. (Bernal, 2006, Pág.56).

Según el método deductivo se logró analizar los resultados de las muestras de agua subterránea, obtenidos del Laboratorio de Aguas y Alimentos de la Universidad Amazónica de Pando, comparando con los valores máximos aceptables que indica la (N.B 512).

7.2.2.1. Métodos de recolección de muestras

7.2.2.1.1. Muestra simple

CEGESTI (1990) Afirma “Se toma en un sitio determinado y una sola vez. Se utiliza para determinar parámetros de calidad de agua, como potabilidad” (Pàg.2). Mediante el método de muestreo simple se recolecto de siete pozos artesanales las muestras de agua subterránea de los cuales se analizaron diez parámetros en los factores físico, químico y bacteriológico, en el Laboratorio de Aguas y Alimentos de la U.A.P.

7.2.2.2.1. Método de Análisis de Laboratorio

El laboratorio de Aguas y Alimentos de la Universidad Amazónica de Pando, utilizo el método para los siguientes parámetros:

Tabla 7 Método de Análisis de Laboratorio

| Parámetros | Unidad. | Método utilizado en los análisis. |
|-------------------------------|--------------|-----------------------------------|
| pH. | Adimensional | Electrométrico. |
| Conductividad. | uS/cm | Electrométrico. |
| Salinidad. | % | Electrométrico. |
| Temperatura. | °C | Termómetro. |
| Turbiedad. | NTU | Nefelómetro. |
| Cloruros. | mg/L | Volumétrico. |
| Solidos disueltos. | mg/L | Electrométrico. |
| Coliformes totales. | NMP/100 ml | Membrana Filtrante. |
| Sólidos en suspensión. | mg/L | Gravímetro. |
| Solidos totales. | mg/L | Gravímetro. |

Fuente: Elaboración propia.

7.2.2.2. Técnicas de recolección de datos:

7.2.2.2.1. Fuentes primarias:

- **Observación directa:** Se aplicó la técnica de observación a través de una guía de observación que permitió registrar toda la información observada desde el problema a estudiar para así describir el problema identificado.
- **Encuesta:** Se aplicó la técnica de encuesta mediante una guía prediseñada que contiene las preguntas que fueron formuladas al encuestado, así obtener la información requerida que nos ayudó en nuestro estudio investigativo sobre el agua subterránea de pozos artesanales del Barrio 23 de Marzo-Distrito 5 del Municipio de Riberalta. *Ver la guía de encuesta (cuestionario) Pàg. 12.*
- **Formulario de muestreo (de información básica sobre agua).** Se recolecto información in situ de los puntos de muestreo de agua subterránea de pozos artesanales siguiendo el Reglamento Nacional para el Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. *Ver guía de formulario de muestreo Pàg. 13.*

7.2.2.2.2. Fuentes secundarias:

- **Análisis de documentos:** Bernal (2006) Afirma “Es una técnica basada en fichas bibliográficas que tienen como propósito analizar material impreso. Se usa en la elaboración del marco teórico del estudio”.

Mediante esta técnica nos permitió acceder a la recopilación de datos mediante la revisión de materiales bibliográfico de igual manera ayudo en el armado del fundamento teórico y la presentación del documento final de la investigación abordado sobre el agua subterránea de pozos artesanales.

- **Internet:** Sin duda alguna el internet se ha convertido en una de las principales herramientas que permitió obtener informaciones sobre el tema abordado.

7.3. Población y Muestras:

7.3.1. Población

Según Bernal (2006). Afirma “La población es el conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación. Se puede definir también como el conjunto de todas las unidades de muestreo” (Pág.164).

La población que se tomó para la encuesta es los residentes del Barrio 23 de Marzo, distrito 5 Municipio de Riberalta, que tiene 192 afiliados que comprende a 12 manzanos del mencionado Barrio y dos sobrante están destinadas a proyecto de una posta de salud, parque recreativo y cancha poli funcional que servirá para toda las personas.

De toda la población mencionado se encuestó a 47 personas las cuales todos (as) líderes de cada familia, personas mayores de 22 años y menores de 50 años de edad a los cuales se encuestó. *Ver: Anexo 6 Plano Ubicación del Barrio 23 de Marzo, Distrito 5- del Municipio de Riberalta, Pág.: 11*

En cuanto la población de los pozos artesanales se referencia que cada familia tiene un pozo artesanal, de los cuales se realizó el muestreo de 7 pozos artesanales, cada uno de diferentes pozos. *Ver: Anexo 3 Ubicación de los Pozos Artesanales Analizados a través del Laboratorio de la UAP, Pág. 9.*

7.3.2. Muestra

Según Bernal (2006). Afirma “Es la parte de la población que se selecciona, de la cual realmente se obtiene la información para el desarrollo de estudio y sobre la cual se efectuara la medición y la observación de las variables objeto de estudio. (Pág.165).

La muestra que se tomó para la encuesta fueron los padres y/ o madres de familia que están afiliados en el Barrio 23 de Marzo, Distrito 5, del Municipio de Riberalta, la cual es una muestra de 47 personas participantes en la investigación.

Para la muestra de Agua subterránea se tomó a 7 pozos artesanales de diferentes partes de la zona del estudio, obteniendo muestras representativas para su respectivo análisis en el Laboratorio de Aguas y Alimentos de la Universidad Amazónica de Pando así terminar el grado de contaminación del agua subterránea de pozos artesanales del Barrio 23 de Marzo del distrito 5, Municipio de Riberalta.

7.4. Tipo de muestreo

7.4.1. Método no probabilístico

7.4.2. Muestreo por conveniencia

De acuerdo a Patricia. A. 2014 afirma que “Es una técnica no probabilístico donde los sujetos son seleccionados dada la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador”

Mediante este método se realizó la encuesta a los participantes de la investigación que fueron los padres y/o madres de familias, del barrio 23 de Marzo , a través de un cuestionario, que contenía preguntas diseñados para recoger informaciones sobre el tema a estudiar, de manera que se obtuvieron informaciones fidedignos sobre el tema abordado.

7.4.3. Muestra simple

CEGESTI (1990) Afirma “Se toma en un sitio determinado y una sola vez. Se utiliza para determinar parámetros de calidad de agua, como potabilidad” (Pàg.2).

Mediante el muestreo de muestra simple se realizó el levantamiento de las muestras de agua subterránea de 7 pozos artesanales del Barrio 23 de Marzo, para determinar los parámetros que se encuentran en la tabla: 7 en los factores físico, químico y bacteriológico, así logrando a determinar la contaminación del agua subterránea de pozos artesanales, que es la fuente de consumo humano que tiene el Barrio 23 de Marzo, Distrito 5 del Municipio de Riberalta.

7.5. Instrumento y/o materiales relevantes:

Tabla 8 Instrumento y/o Materiales relevantes

| Material empleado en la Encuesta. | |
|---|---|
| Planilla de encuesta. | Cámara fotográfica. |
| Libreta de notas. | Mapa del barrio, (Croquis del área de estudio). |
| Bolígrafo. | Y otros. |
| Materiales de Laboratorio de la U.A.P. | |
| Vasos de 250 mL. | Papel de filtro N° 40. |
| Frascos volumétricos de 25;50;100;200;100 Ml. | PH metro. |
| Pipetas volumétricas de diferentes volúmenes. | Conductivímetro. |
| Pinzas. | Reactivos químicos. |
| Embudos. | Otros. |
| Materiales de campo empleados para recolectar muestras de agua. | |
| Gps Garmin modelo montaña | Frasco de 2 litros. |
| Contenedor mediano | Guantes de seguridad. |
| Tablero de planilla. | Barbijos. |
| Reloj. | Etiqueta para poner datos. |
| Hielo. | Y otros. |
| Materiales, Herramienta empleados en el proceso de la investigación. | |
| Computadora Portátil TOSHIBA. | Papel Bon tamaño carta. |
| Impresora Epson L380. | Memoria flash. |
| Documentos Pdf. | Programa Microsoft Word 2013. |
| Bolígrafos Faber Castell | Celular Galaxy J1 ace. |
| Programa IBM SPSS Statistics 23. | Programa de computador lector de Pdf. Adobe Reader XI. |

Fuente: Elaboración Propia.

8. RESULTADOS

8.1. Descripción de tratamiento estadístico

En la presente investigación el tratamiento estadístico de datos obtenidos de los procesos de investigación, la encuesta proporcionó datos muy significativos a partir de un cuestionario que contenía preguntas sobre el tema abordado, los resultados obtenidos de las muestras de agua subterránea de pozos artesanales del Barrio 23 de Marzo, Distrito 5 del Municipio de Riberalta, a través del Laboratorio de Aguas y Alimentos de la Universidad Amazónica de Pando se realizó el análisis descriptivo de los datos cualitativo de la estadística, haciendo el uso y aplicación de tablas y gráficos que permitió mostrar los valores porcentuales de toda la información obtenida.

Todo el proceso estadístico se realizó mediante el uso del Programa Microsoft Excel 2013 el cual funciona como un editor de datos, este programa permitió la interpretación de los datos que se obtuvieron a través de la encuesta a los residentes del barrio y los resultados de las muestras de análisis de agua, permitiendo reflejar todos los resultados en gráficos.

La investigación tiene una trascendencia significativa, se cumple todo los objetivos específicos en este punto el primer objetivo es;

- I. Identificar los puntos de muestreo de pozos artesanales que utilizan para el consumo humano, en el área de estudio.

Para lograr se realizaron actividades como reunión con la mesa directiva del barrio, la encuesta sirvió para justificar con precisión la problemática ambiental que se estudió, Para cumplir todo el objetivo. *Ver: Anexo 3 Ubicación de los Pozos Artesanales Analizados a través del Laboratorio de la UAP, Pág. 9.*

- II. Determinar las características: físico, químicas y bacteriológico, mediante el análisis, del Laboratorio de Aguas y Alimentos de la Universidad Amazónica de Pando.

Para cumplir con el objetivo se realizó la actividad del levantamiento de datos in situ, sobre las muestras obteniendo datos fidedignos, utilizando la guía del NB 512 Agua potable toma de muestra. *Ver anexo A normativo. Pag.13.*

Resultados obtenidos con la Aplicación de la Encuesta en el Barrio 23 de Marzo, Distrito 5- del Municipio de Riberalta

Cuadro 1 Resultado de la Encuesta

| ¿Usted ha recibido capacitaciones sobre el cuidado del agua subterránea de alguna Institución, que se presentó en su barrio? | | |
|--|---------------------|-------------|
| CATEGORIA. | Nº DE ENTREVISTADO. | % |
| SI | 5 | 11% |
| NO | 42 | 89% |
| TOTAL. | 47 | 100% |

Grafico 1 Representación de la Encuesta

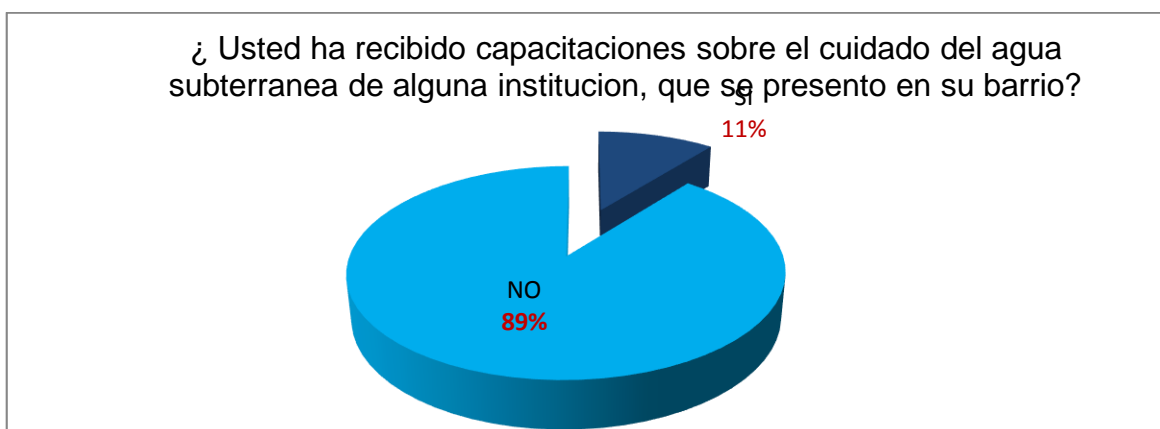


Gráfico 1: Representación gráfica de resultados de la pregunta número 1.

Los siguientes datos expuestos en la gráfica nos indican que el 89% no ha recibido ninguna capacitación sobre el cuidado de las aguas subterráneas de pozos

artesanales, el índice es muy elevado sobre la carencia de sensibilización sobre temas relacionados al cuidado de las fuentes de abastecimiento de agua subterránea.

Cuadro 2 Resultado de la Encuesta

| ¿Usted qué cree que desinfectando tradicionalmente, el agua subterránea, elimina todos los perjudiciales que provocan daños a la salud humana? | | |
|--|---------------------|-------------|
| CATEGORIA. | Nº DE ENTREVISTADO. | % |
| SI | 26 | 55% |
| NO | 21 | 45% |
| TOTAL. | 47 | 100% |

Grafico 2 Representación de la Encuesta

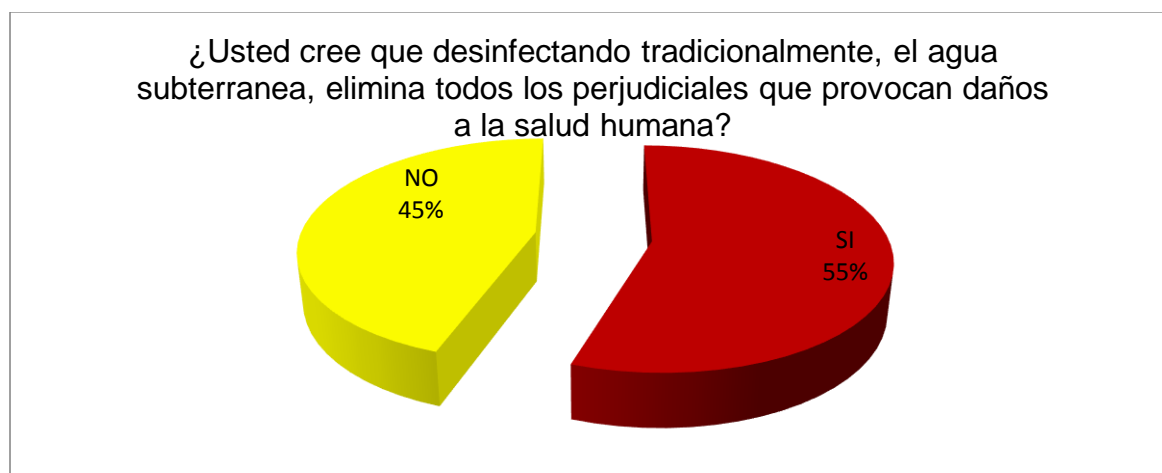


Gráfico 2: Representación gráfica de resultados de la pregunta número 2.

El 55% indicó que elimina todos los microorganismos y patógenos causante de enfermedad en la salud, el 45% está consciente que no, por lo que no se sabe con certeza si podrá eliminar en su totalidad, el porcentaje es muy elevado de la falta de conocimiento sobre el tratamiento adecuado que se le debe hacer para eliminar todos los perjudiciales que provocan daños a la salud humana.

Cuadro 3 Resultado de la Encuesta

| ¿Realiza usted limpieza por dentro (a través de bobeo) de su pozo artesanal que tiene en su vivienda? | | |
|---|---------------------|-------------|
| CATEGORIA. | Nº DE ENTREVISTADO. | % |
| SI | 39 | 83% |
| NO | 8 | 17% |
| TOTAL. | 47 | 100% |

Gráfico 3 Representación de la Encuesta

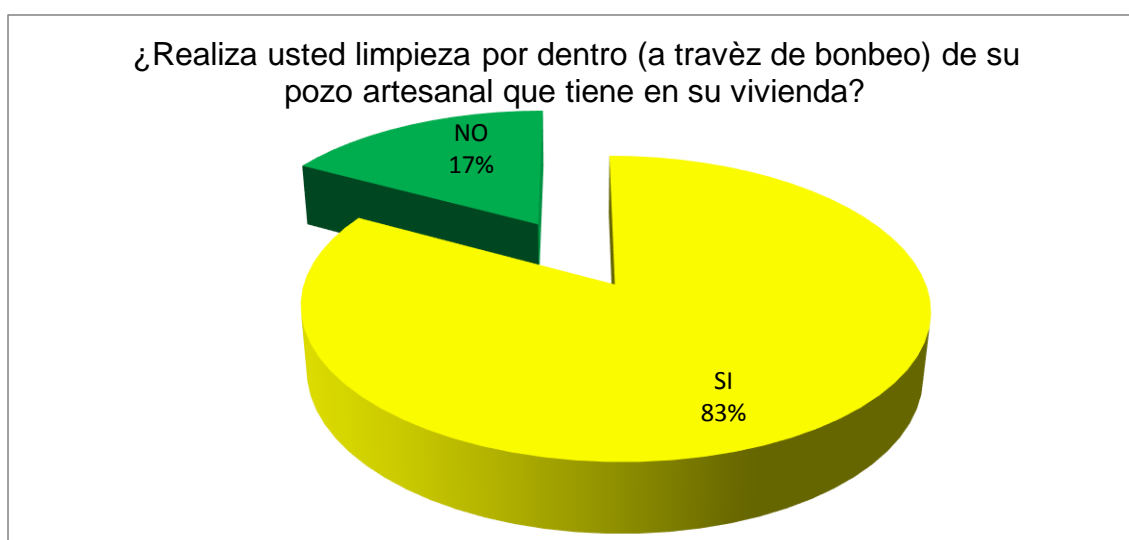


Gráfico 3: Representación gráfica de resultados de la pregunta número 3.

De la población encuestado el 17% indicó no realizar limpieza de su pozo artesanal, y el 83 % indicaron si realizar por que disminuye el agua al crear lodo y por ello realizan limpieza por dentro así manteniendo su capacidad de la efluente que aflórese el agua para el consumo humano.

Cuadro 4 Resultado de la Encuesta

| ¿Está de acuerdo a que se realice análisis de los parámetros básico, que indica la NB 512 Agua para consumo Humano en el Laboratorio para determinar la calidad de agua subterránea? | | |
|--|---------------------|------|
| CATEGORIA. | Nº DE ENTREVISTADO. | % |
| SI | 47 | 100% |
| NO | 0 | 0% |
| TOTAL. | 47 | 100% |

Gráfico 4 Representación de la Encuesta

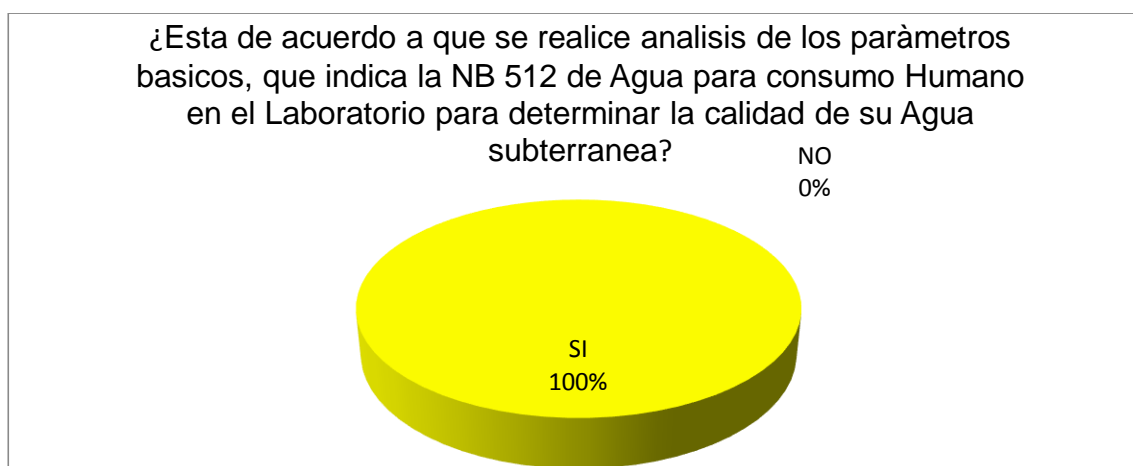


Gráfico 4: Representación gráfica de resultados de la pregunta número 4.

De las 47 personas encuestado cada uno líder de la familia mayor de 22 años y menor de 50 años fueron quienes contribuyeron con sus respuestas, que el 100% estaba de acuerdo a que se realice análisis de sus aguas de pozos artesanales que tenían en sus viviendas, ya que ellos no tenían el conocimiento si había Laboratorio de Aguas acreditado donde podían realizar y el costo de los parámetros para realizarlos.

Cuadro 5 Resultado de la Encuesta

| ¿A alguien de su familia lo diagnosticaron los médicos alguna enfermedad que padecía por consumir agua que no cumpla los Parámetros de calidad para consumo humano? | | |
|---|---------------------|------|
| CATEGORIA. | Nº DE ENTREVISTADO. | % |
| SI | 15 | 32% |
| NO | 32 | 68% |
| TOTAL. | 47 | 100% |

Grafico 5 Representación de la Encuesta

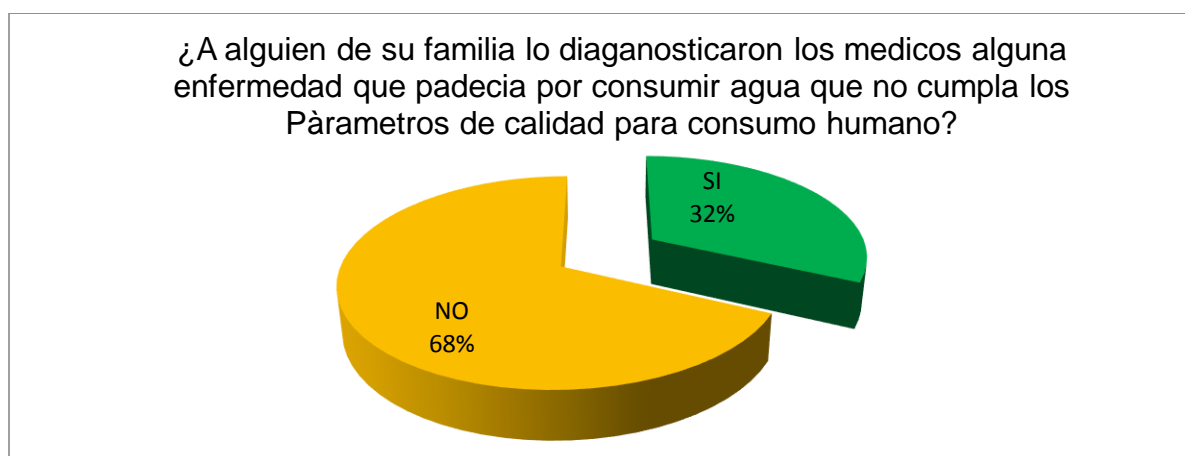


Gráfico 5: Representación gráfica de resultados de la pregunta número 5.

El 32% madres de familia indico que sus niños se enfermó por diarrea, fiebre paratifoidea, como también mujeres embarazadas y personas de la tercera edad, el 68% indico no haberse enfermado, el porcentaje de enfermedad está siendo percibido por falta de servicios básicos como el agua potable y el alcantarillado.

Cuadro 6 Resultado de la Encuesta

| ¿Conoce alguna Ley, Reglamento o Normativa que indique sobre la calidad de Agua para consumo Humano? | | |
|--|---------------------|-------------|
| CATEGORIA. | Nº DE ENTREVISTADO. | % |
| SI | 11 | 23% |
| NO | 36 | 77% |
| TOTAL. | 47 | 100% |

Grafico 6 Representación de la Encuesta

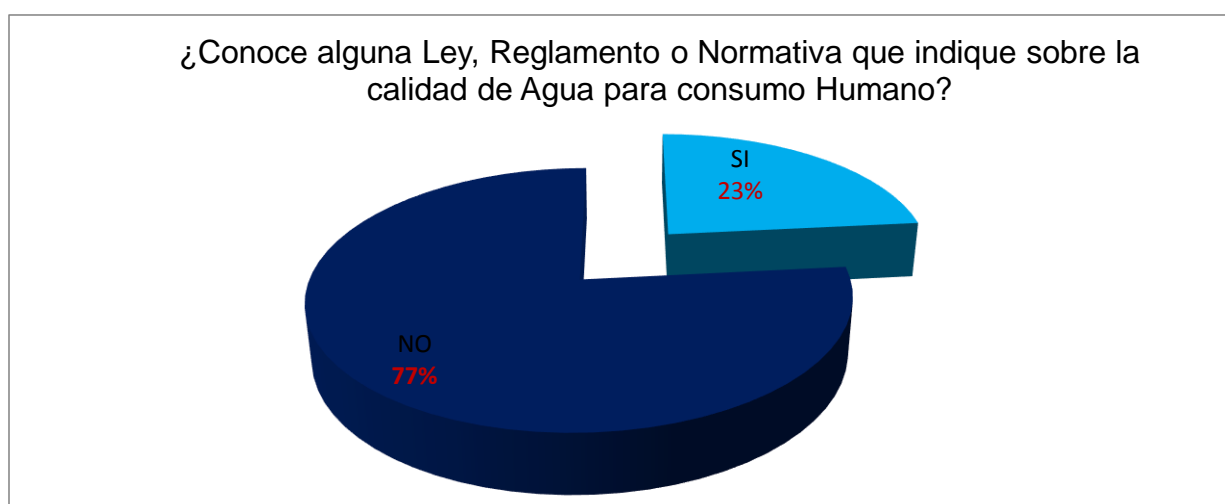


Gráfico 6: Representación gráfica de resultados de la pregunta número 6.

El 77% de la población encuestado no conoce ninguna Ley, Normas ni Reglamento que proteja o reconozca al recurso hídrico, como a fuentes de abastecimiento de agua para la población en su conjunto se nota claramente que las autoridades competentes no sensibilizan, solo el 23% tiene el conocimiento de las Legislaciones de agua, pero no a profundidad indican de conocer.

8.1. Presentación de resultados obtenidos.

III. Evaluar los resultados mediante la Legislación Ambiental Vigente.

Resultados obtenidos a través de Análisis de Agua Subterránea de Pozos Artesanales, mediante el Laboratorio de Aguas y Alimentos de la U.A.P, del Barrio 23 de Marzo – Distrito 5 – Riberalta.

Gráfico 7 Representación de Análisis del Agua Subterránea, Parámetro: pH

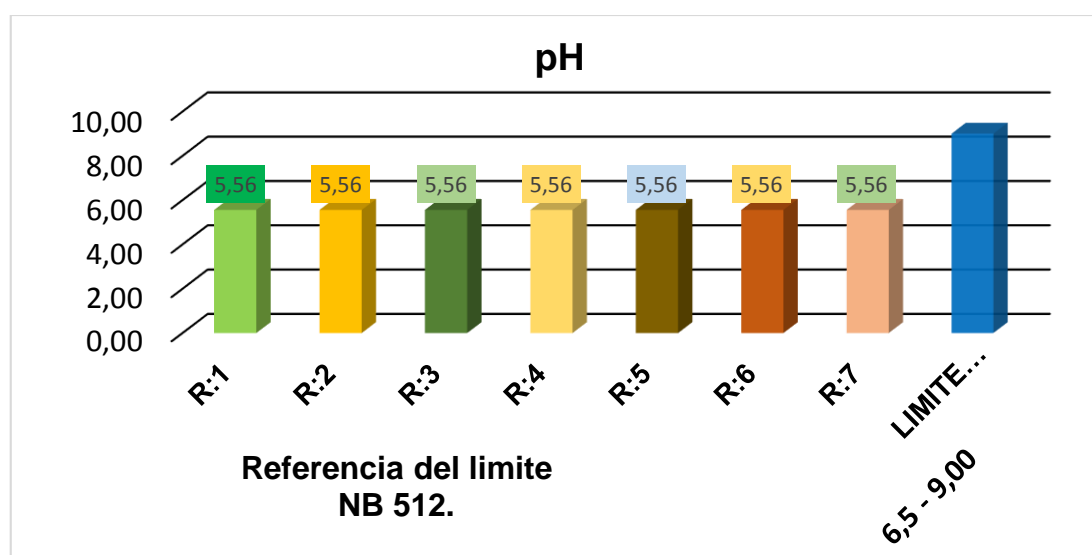


Gráfico 7: Representación gráfica de resultados de los análisis de agua subterránea de 7 pozos artesanales.

Los siguientes datos expuestos de los resultados de los análisis de agua subterránea en la gráfica indican ácida por lo que se encuentra debajo del límite que es 6,5 a 9,00 que indica el Reglamento Nacional para el Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano NB 512, el agua con un pH menor a 6,5. Se define Ácida, una de los efectos que producen son; daños como “estrés celular en el cuerpo, dolor renal, de cabeza, sensaciones de fatiga, calambres musculares en los gemelos, dolor en el talón y la planta del pie (porque el riñón tiene una conexión neurológica con estas partes de las extremidades)” (Ávila, A).

El pH indica la cantidad de iones de hidrogeno mezclados con el agua, llegándose a mediar en escalas de 0 a 6,5, es Acida, del número mencionado a 9,00 es neutro y de ahí en adelante hasta 14 es alcalina referencia de la NB 512.

A través de los resultados obtenidos de las 7 muestras de aguas analizadas en el Laboratorio de Aguas y Alimentos de la Universidad Amazónica de Pando, indica que es levemente ácida porque tiene un pH de 5,56 y la NB 512, indica que debe estar entre 6,5-9,00 para ser un agua para consumo humano.

Gráfico 8 Representación de Análisis del Agua Subterránea, Parámetro: Temperatura

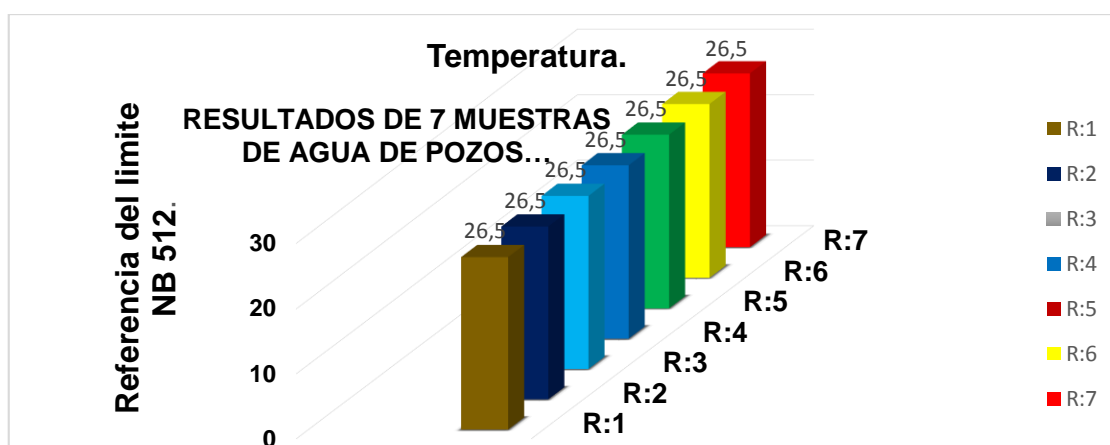


Gráfico 8: Representación gráfica de resultados de los análisis de agua subterránea de 7 pozos artesanales.

La temperatura nos permite medir las sensaciones de calor y frío del agua, en si la temperaturas es la representación de la energía cinética interna media de las moléculas que integra el agua.

La unidad de medida de la temperatura es el grado centígrado (°C) se refiere a la centésima parte entre el punto de fusión del agua y el punto de ebullición es decir el valor de cero grados para la fusión y el cien para la ebullición.

La temperatura en el agua afecta a la cantidad de oxígeno que puede tener, el agua a menor temperatura tiene más oxígeno, la temperatura tiene influencia en la alcalinidad del agua como también con el oxígeno disuelto.

La causa de que se afecte el pH del agua por la temperatura es que cuando aumenta la temperatura, las moléculas tienden a separarse en sus elementos: hidrogeno y oxígeno. Al aumentar la proporción de moléculas descompuestas se produce más hidrogeno, lo cual por su puesto aumenta a su vez el potencial de hidrogeno.

Gráfico 9 Representación de Análisis del Agua Subterránea, Parámetro: Conductividad Eléctrica

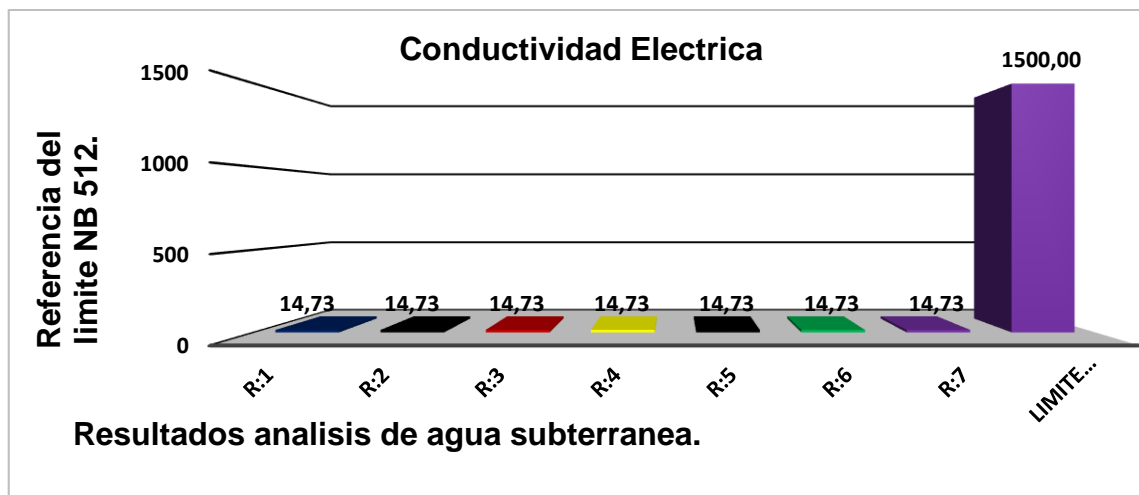


Gráfico 9: Representación gráfica de resultados de los análisis de agua subterránea de 7 pozos artesanales.

El agua es formado por dos átomos de hidrogeno y uno de oxígeno, un enlace covalente no permite el flujo de electrones. El agua de fuentes subterránea está cargadas de sales minerales que están ionizadas, es decir que están cargados eléctricamente, con diferentes iones como calcio, magnesio, nitritos, cloruros y nitratos que permiten el paso de la corriente. Pero la cantidad de electricidad conducida dependerá del número de iones presentes y de su movilidad.

“El agua subterránea natural, como consecuencia de su composición química y de acciones naturales externas, presentan una serie de propiedades o características físico, químicas: color turbiedad, sabor, temperatura, conductividad eléctrica, dureza. Estas propiedades varían en el tiempo y en el espacio”. (Instituto Geográfico Militar Pág.24). Mediante los resultados obtenidos de las 7 muestras de agua subterránea de pozos artesanales, en el Laboratorio de Aguas y Alimentos de la Universidad Amazónica de Pando es poco de los iones que transmitan corriente eléctrica, los datos de todas la muestras dan un valor de 14,73, el valor está dentro los Valores Máximos Aceptables que dicta la NB 512.

Gráfico 10 Representación de Análisis del Agua Subterránea, Parámetro: Salinidad

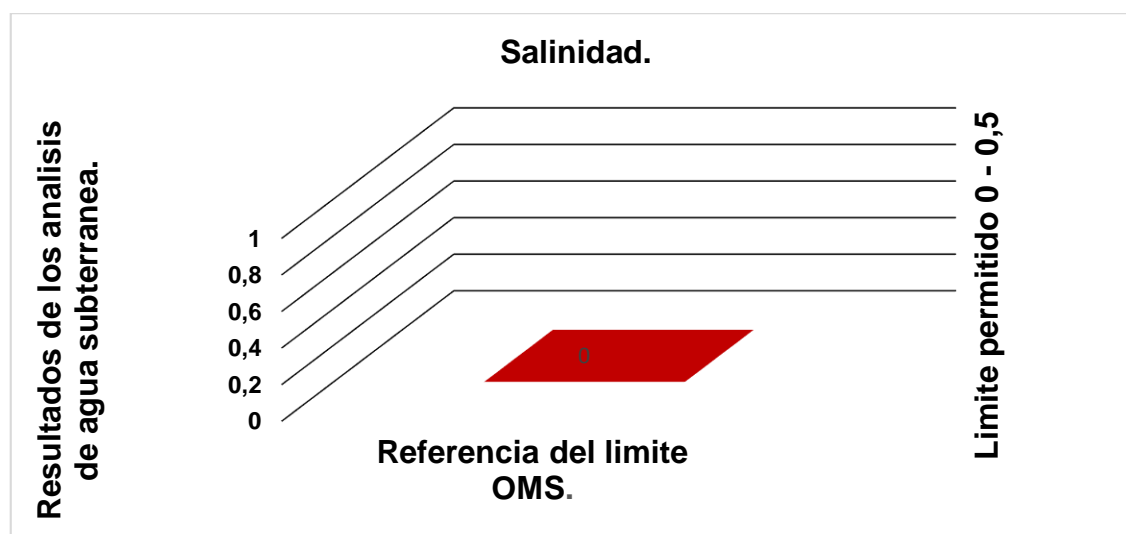


Gráfico 10: Representación gráfica de resultados de los análisis de agua subterránea de 7 pozos artesanales.

Se conoce que el agua desempeña un papel importante en nuestra vida de los seres humanos, la capacidad que tienen el agua es de disolver sustancias diferentes como el azúcar y las sales, pero dan la impresión de desaparecer cuando se disuelven en agua, pero la apariencia engaña, porque puede ser recuperada evaporándole el agua de la solución. Se conoce la salinidad del agua de cualquier fuente, a través de los métodos de evaporación en placa caliente y evaporación solar.

De acuerdo a investigaciones muchas bacterias, indicadoras de contaminación fecal, mueren más rápidamente que los agentes patógenos, sobre todo los virus en el agua salina, que en el agua dulce.

Los resultados obtenidos de toda las muestras, de agua subterránea de pozos artesanales, dan 0,00% esto muestra que es agua dulce, y están son muy propenso a cobijar patógenos y microorganismo que afecte la calidad del acuífero.

Gráfico 11 Representación de Análisis del Agua Subterránea, Parámetro: Solidos disueltos

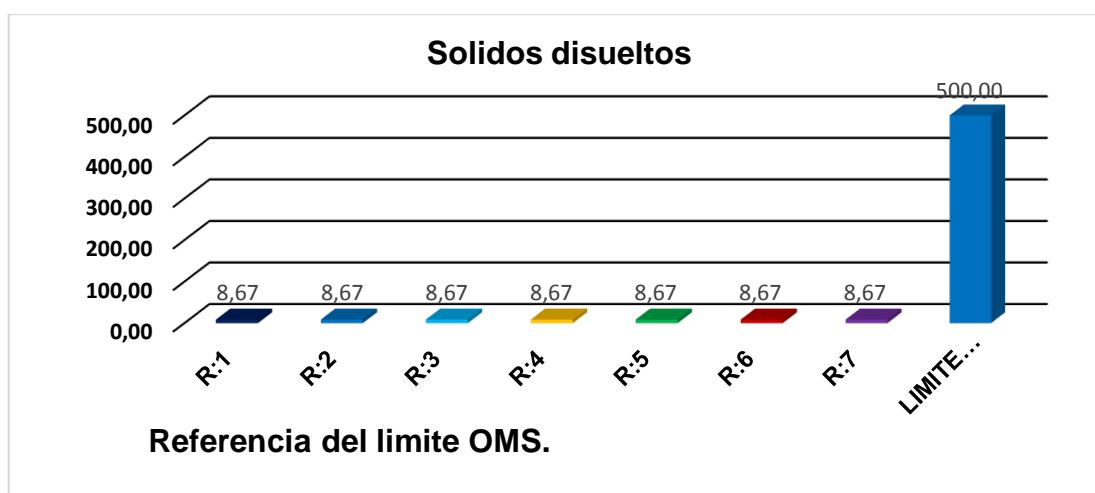


Gráfico 11: Representación gráfica de resultados de los análisis de agua subterránea de 7 pozos artesanales.

El agua subterránea que se encuentra en la naturaleza se puede encontrar varias impurezas de forma suspendido disuelta, por las escorrentías que se agregan al acuífero. Los sólidos disueltos son la suma de los minerales, sales, metales, cationes o aniones disueltos en el agua. Los sólidos disueltos presentes en el agua de consumo humano proceden de fuentes naturales, como también entrópicamente.

La turbiedad son indicadores muy significativos para llegar a valorar a través de métodos, analíticos de Laboratorio los sólidos disueltos, de cualquier fuente de agua.

Los resultados obtenidos de las muestras de aguas de pozos artesanales, indican que están dentro de los valores máximos aceptables de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Gráfico 12 Representación de Análisis del Agua Subterránea, Parámetro: Sólidos en suspensión



Gráfico 12: Representación gráfica de resultados de los análisis de agua subterránea de 7 pozos artesanales.

Los sólidos en suspensión son partículas que permanecen en suspensión en el agua debido al movimiento del líquido o debido a que la densidad de la partícula es menor o igual que la del agua. La concentración de sólidos en suspensión es un valor utilizado como uno de los indicadores de la calidad del agua.

Todos los sólidos en suspensión se pueden eliminar del agua mediante filtrado; sin embargo, si los sólidos en suspensión tienen una densidad mayor que el agua, estas partículas también se pueden eliminar por sedimentación.

Los sólidos en suspensión pueden ser de origen orgánico o inorgánico, los materiales de origen orgánicos es de origen animal o vegetal. Las sustancias orgánicas siempre contienen carbono, oxígeno e hidrógeno. Pero en cuanto a las sustancias inorgánicas tienen, por otro lado, origen mineral y no aportan oxígeno.

Gráfico 13 Representación de Análisis del Agua Subterránea, Parámetro: Sólidos totales

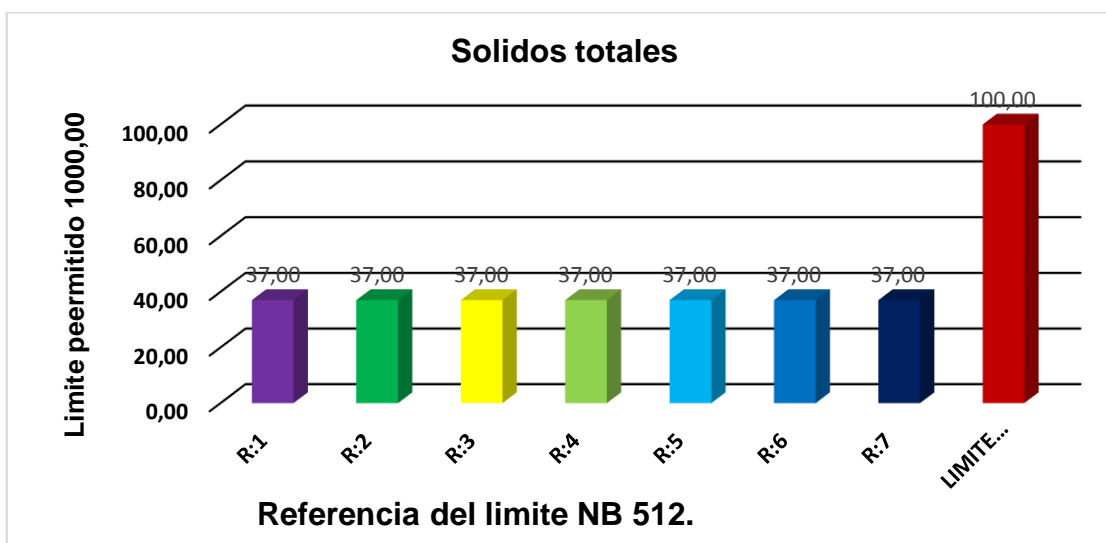


Gráfico 13: Representación gráfica de resultados de los análisis de agua subterránea de 7 pozos artesanales.

Los sólidos pueden afectar negativamente a la calidad del agua o al suministro de varias maneras, el valor de los sólidos totales influye materias disueltas, sólidos disueltos totales: porción que pasa a través del filtro, y no disueltos sólidos suspendidos totales: porción de sólidos totales retenidos por un filtro. El agua para consumo humano, el uso de las aguas que contengan más de 1.00 mg/l de sólidos totales en disolución es desaconsejable tomar por las mismas sales, como su sabor salino o salobre.

Mediante los resultados de 7 pozos artesanales a través de análisis químico en el Laboratorio de Aguas y Alimentos de la Universidad Amazónica de Pando, se registró el promedio de los sólidos totales, encontrándose que están dentro de los valores

máximos aceptables que indica el Reglamento Nacional para el Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano NB 512.

Gráfico 14 Representación de Análisis del Agua Subterránea, Parámetro: Turbiedad

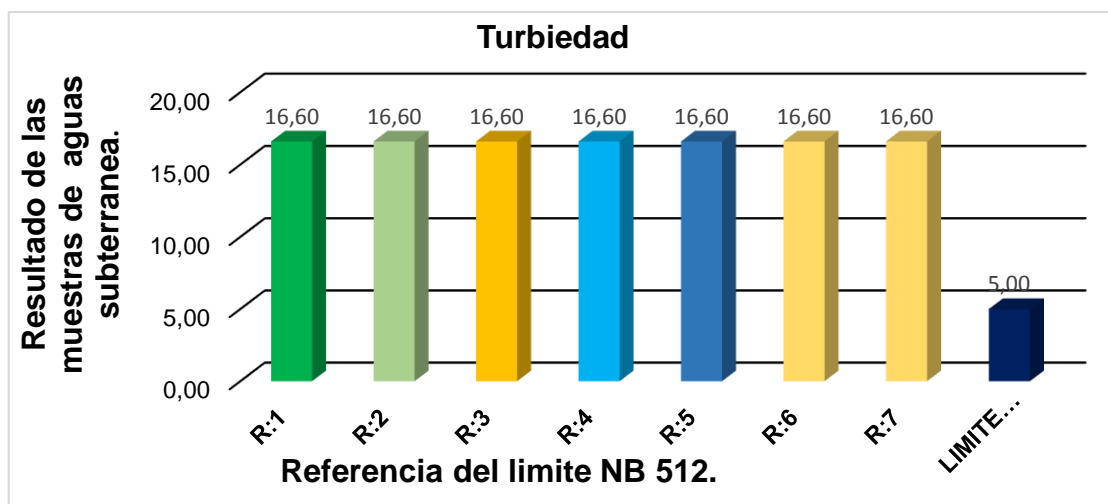


Gráfico 14: Representación gráfica de resultados de los análisis de agua subterránea de 7 pozos artesanales.

La presencia de materias diversas en suspensión, arcilla, limos, coloides orgánicos otros organismos microscópicos da lugar a la Turbiedad en aun agua.(Estas partículas de dimensiones variables desde 10 nm hasta diámetros del orden de 0,1mm) Se pueden asociar a tres categorías: minerales, partículas orgánicas húmicas,(proveniente de la descomposición de restos vegetales),y partículas filamentosas (por ejemplo, restos de amiantos).Las primeras proveniente de la erosión de suelos y rocas, suelen estar revestida de estos orgánicos, y conforman la mayor fracción de las materias en suspensión de la mayoría de las aguas naturales.

Mediante la representación gráfica el porcentaje de turbiedad es elevado, sobrepasando el valor máximo aceptable que indica la NB 512. La elevada turbiedad es por la precaria protección que tiene, el pozo artesanal en el barrio 23 de Marzo, tanto así las infiltraciones de aguas domesticas como de baños.

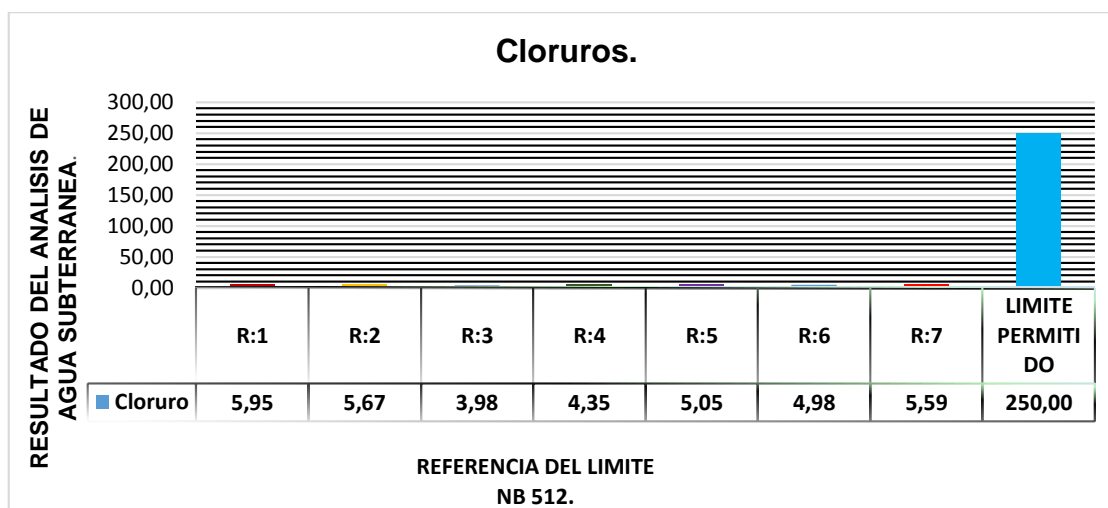
Grafico 15 Representación de Análisis del Agua Subterránea, Parámetro: Cloruros

Gráfico 15: Representación gráfica de resultados de los análisis de agua subterránea de 7 pozos artesanales.

El ion cloruro es uno de los iones inorgánicos que se encuentran en niveles mayores en aguas residuales, su presencia es necesaria en agua potable, sabor saldo por las concentraciones de cloruros es variables. Pero dependiendo de las características del terreno que atraviesa, las concentraciones en fuentes de agua subterránea es menor, que se encuentran en aguas residuales, ya que el Cl Na es un común en la dieta y pasa inalterado a través del aparato digestivo, el aumento de cloruro en un agua puede tener orígenes diversos como en zonas áridas el aumento de cloruros en el agua se debe al lavado, de los suelos producidos por fuertes lluvias. En último caso, el aumento de cloruros puede deberse por la contaminación por agua domésticas y residuales.

Un alto contenido de cloruro puede dañar estructuras metálicas y evitar el crecimiento de plantas por ello es importante determinar las concentraciones de cloruro en las aguas naturales.

Mediante la representación gráfica indica cual es la concentración de cloruros, descubriendo que está dentro del valor máximo aceptable, NB 512.

Grafico 16 Representación de Análisis del Agua Subterránea, Parámetro: Coliformes totales

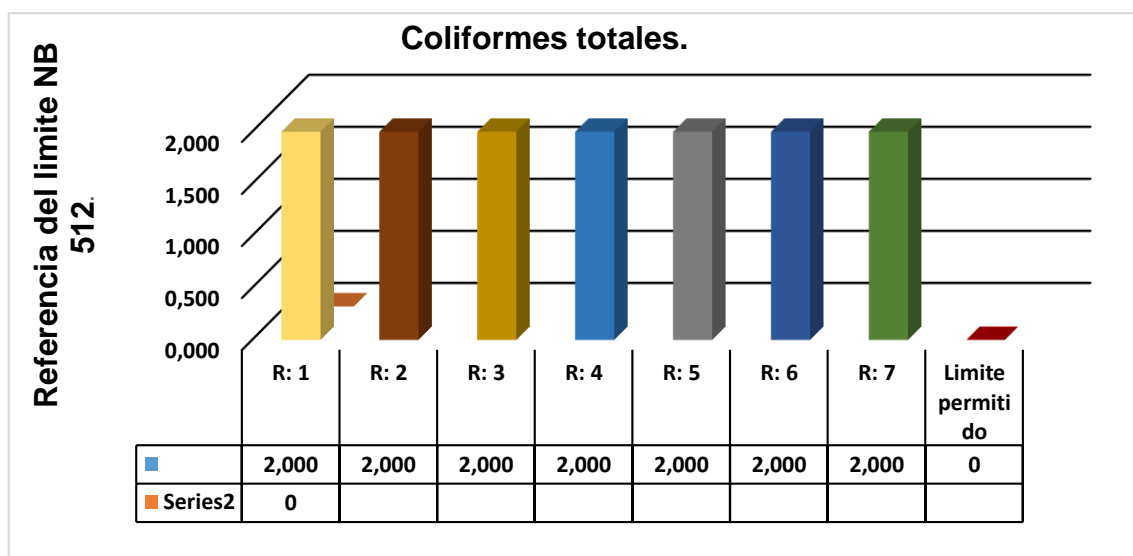


Gráfico 16: Representación gráfica de resultados de los análisis de agua subterránea de 7 pozos artesanales.

Los coliformes fecales se encuentran en el subgrupo de los coliformes totales que además fermentan la lactosa con producción ácido y gas en 24- 48 horas, a una temperatura de 40 a 45°C en presencia de sales biliares.

El agua para consumo humano puede estar contaminada por microorganismos patógenos de origen fecal como virus, bacterias, y parásitos. Muchas enfermedades importantes se asocian por la contaminación del agua por heces fecales de los seres humanos. Algunas de estas enfermedades, como las gastrointestinales, ocupan lugares preponderantes, causando la mortalidad en la población infantil, como también las personas de la tercera edad, y las mujeres embarazadas son vulnerables a contraer enfermarse los más afectados son las gente de escaso recurso económico donde hay mayor desnutrición.

Las enfermedades parasitarias causan debilidad crónica llevando al individuo a mayor riesgo de sufrir infecciones microorganismos. Las bacterias coliformes que la lluvia

arrastra por el suelo, usualmente quedan atascado en las rocas y a medida que el agua pasa por las rocas llega a los sistemas de agua subterránea. Sin embargo los pozos que no están bien contruidos, los que presentan aberturas como puertas dan el paso para que las bacterias coliformes entren al agua subterránea y contaminan el agua que se obtiene para el consumo diario.

Mediante los resultados de todas las muestras de agua subterránea nos indica que hay un alto contenido de Coliforme totales 2×10^3 que equivale a un valor de 2,000 lo cuales la presencia de coliformes totales es muy elevado, la NB 512, el valor máximo aceptable es menor que $< 1; 0$ UFC/100 ml.

- Ubicación de los pozos analizados a través del Laboratorio de Agua en la Universidad Amazónica de Pando de las aguas subterráneas, del barrio 23 de Marzo, Gestión 2018.

Tabla 9 Ubicación de los Pozos Artesanal mediante el Gps

| Nº de pnts. | Coordenadas en UTM. | Fecha de muestreo | Fecha o año que fue construido el pozo. | Distancia del baño y ducha desde el pozo. |
|---------------|------------------------------------|-------------------|---|---|
| Pozo 1 | X: 0823530. Y: 8777797.Alt 148. | 20/08/18. | Fecha: Julio. Año: 2008. | Baño: 7 metros. Ducha: 3 metros. |
| Pozo 2 | X: 0823737. Y: 8777848.Alt 151. | 20/08/18. | Fecha: No se acuerda. Año: 2013. | Baño: 9 metros. Ducha: 4 metros. |
| Pozo 3 | X: 0823841. Y: 8777556.Alt 141. | 20/08/18. | Fecha: No se acuerda. Año: 2011. | Baño: 11 metros. Ducha: No tiene. |
| Pozo 4 | X: 0823868. Y: 8777356.Alt 142. | 20/08/18. | Fecha: No se acuerda. Año: 2008 | Baño: 14 metros. Ducha: 4 metros. |
| Pozo 5 | X: 0823679. Y: 8777309.Alt 136. | 20/08/18. | Fecha: Agosto. Año: 2009. | Baño: 12 metros. Ducha: 7 metros. |
| Pozo 6 | X: 0823582. Y: 8777455.Alt 157. | 20/08/18. | Fecha: No se acuerda. Año: 2016. | Baño: 15 metros. Ducha: 5 metros. |
| Pozo 7 | X: 0823527. Y: 8777423.Alt 154. | 20/08/18. | Fecha: Junio. Año: 2010. | Baño: 17 metros. Ducha: 10 metros. |

Fuente: Elaboración propia.

8.3. Análisis y discusión de los resultados.

A través de la sistematización de datos de la encuesta, a 47 personas cada uno mayor de edad cómo ser Padre o Madre de familia viviente en el Barrio 23 de Marzo, distrito 5 de Riberalta, y de la exhaustiva interpretación de datos de análisis de muestras de agua subterránea de pozos artesanales se logró identificar algunos parámetros que no se encuentran dentro de los valores máximos aceptables que indican la NB 512, y la OMS sobre la calidad del agua para consumo humano.

Las principales características que tiene el agua subterránea es:

- La turbiedad (color), porcentaje elevado a través de los resultados obtenidos de las muestras de agua subterránea de pozos artesanales en el barrio 23 de Marzo, referencia NB 512.

- El pH (sabor) el parámetro pH se encuentra ácido a través de los resultados de muestras de agua dio 5,56 lo cual es ácido por que la NB 512 indica agua para consumo humano debe estar entre los valores de 6,25 a 9,00 adimensional porque carece de unidad de medida.

De acuerdo al estudio realizado para mantener los niveles aceptables, es recomendable que los residentes del lugar, aplicar las medidas de mitigación y prevención que se señalan a continuación:

IV. Analizar y plantear medidas de mitigación y prevención en los pozos artesanales para mantener en niveles aceptables asegurando la calidad del agua subterránea.
Las medidas de prevención y mitigación al proponer son la solución al problema estudiado, como también cumpliendo el último objetivo específico.

8.3.1. Medidas de mitigación.

Entendiéndose las medidas de mitigación es la aplicación de acciones para reducir los efectos, producto de acciones como antrópicas o naturalmente, en nuestro caso es el agua subterránea de pozos artesanales, las medidas son reducir a través de procesos naturales, para mantener los niveles de salubridad del agua subterránea.

8.3.1.1. Turbiedad.

8.3.1.2. Riego en la salud humana. Una alta turbiedad suele asociarse de microorganismos como virus, parásitos y algunas bacterias. Estos organismos pueden provocar síntomas tales como náuseas, retortijones, diarreas y dolores de cabeza. (Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) Pàg.19).

8.3.1.3. Tratamiento de agua.

(Bichi, 2013; Jeon et al., 2009; Surhartini, Hidayat, & Rosaliana, 2013). Afirma que “la semilla en polvo, con o sin cascara de la moringa oleífera, tiene efecto coagulante y floculante, suavizador de agua y desinfectante”.

(Sánchez- artin, Ghebremichael, & Beltrán-Heredia, 2010). Afirma que “la efectividad como coagulante es mejor a mayor nivel de turbidez”.

(Bichi, 2013). Afirma que “Remueve calcio, magnesio, Hierro, Aluminio”.

8.3.1.4. Efectos de la Moringa Oleífera en el agua.

Marielba Mas y Rubí Peña Afirma “El efecto de la Moringa Oleífera, efecto mediante la remoción en los parámetros; Turbiedad, Color, Solidos suspendidos totales, Solidos disueltos totales, pH y Alcalinidad”. (Pág. 9).

Tabla 10 Comparación de la Efectividad y los Costos por Tratamiento de los Coagulantes Moringa Oleífera y Sulfato de Aluminio

| Turbidez Inicial (NTU) | Dosis Óptima de <i>Moringa Oleífera</i> (mg/L) | Porcentaje de Remoción (%) | Costo del Tratamiento (Bs/Día) | Dosis Optima de Al ₂ (SO ₄) ₃ (mg/L) | Porcentaje de Remoción (%) | Costo del Tratamiento (Bs/Día) |
|------------------------|--|----------------------------|--------------------------------|--|----------------------------|--------------------------------|
| 7 | 20 | 29 | $6,62 \times 10^7$ | 20 | 30 | $1,6 \times 10^6$ |
| 11 | 15 | 54 | $4,96 \times 10^7$ | 12 | 60 | $9,2 \times 10^5$ |
| 15 | 15 | 78 | $4,96 \times 10^7$ | 10 | 85 | $7,7 \times 10^5$ |
| 20 | 15 | 73 | $4,96 \times 10^7$ | 35 | 77 | $2,7 \times 10^6$ |
| 29 | 10 | 83 | $3,31 \times 10^7$ | 12 | 79 | $9,2 \times 10^5$ |
| 49 | 10 | 90 | $3,31 \times 10^7$ | 5 | 87 | $3,8 \times 10^5$ |

Fuente:Scientific Journal from the Experimental Faculty of Sciences, Volume 8 N° 2, May-August 2000.

8.3.2. Parámetro pH.

8.3.2.1. Riesgo en la salud humana. Un pH acidad tiene efectos que ocasiona, como ser; Estrés celular en el cuerpo, dolor de cabeza, sensaciones de fatiga. (Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) Pág. 7).

8.3.2.3. Para dar a contrarrestar el pH acida se aplica hidróxido de sodio.

8.3.2.4. Hidróxido de sodio. El pH en un punto equivalente de una reacción de neutralización es diferente según la fortaleza del ácido y/o base se neutraliza.

Es un compuesto iónico, inorgánico, solido, blanco e inodoro. Integrado por moléculas de sodio, hidrogeno y oxígeno. Representación con formula es NaOH. (Agency For Toxic).

8.3.3. Coliformes totales.

8.3.3.1. Riesgo en la salud. La vía de infección primaria es la ingestión. Como también provoca diarrea y vómitos, frecuentemente es mortal si no se trata adecuadamente. (Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) Pág. 139).

8.3.3.2. La desinfección.

Objetivos adicionales de la desinfección, antes de la distribución, los siguientes

- Asegurar la inactivación del 99.9% (3 log) y 99.99% (4 log) de quistes de Giardia Lamblia y virus entéricos, respectivamente.
- Asegurar el control de otros microorganismos dañinos.
- No impartir toxicidad al agua desinfectada.
- Minimizar la formación de subproductos indeseables en la desinfección.
- Cumplir con los niveles máximos de contaminantes para los desinfectantes utilizados y los subproductos que pudieran formar. (Smith et al., 1991.)

8.3.3.3. Ebullición

La ebullición es uno de los métodos más eficaces y accesibles para la desinfección del agua.

Un estudio económico determinó que, a pesar de su efectividad, la ebullición del agua como método normalizado para asegurar la calidad del agua de consumo es una opción económicamente factible para la mayoría de las familias rurales en los países en desarrollo (Gilman, 1985).

- 1 El agua debe hervirse en un recipiente tapado.
- 2 El agua no debe hervir menos de 5 minutos ni más de 15, contados a partir del inicio de la ebullición vigorosa.
- 3 Debe evitarse la aireación posterior, es decir, la práctica de vaciar el agua de un recipiente a otro varias veces, ya que puede recontaminarse.
- 4 Una vez hervida, el agua debe dejarse enfriar y vaciarse directamente al vaso o recipiente para su consumo. No deben introducirse recipientes dentro del agua hervida.

8.3.3.4. Destiladores solares

Una de las aplicaciones térmicas de la energía solar que puede manejarse con tecnología desde simple hasta muy sofisticada, es precisamente la producción de agua potable a partir de agua de mar o de agua dulce con algún problema de contaminación.

Este proceso es fácil de lograr en lo que se conoce como destilador solar o más correctamente como desolador solar. Principio de funcionamiento: en un destilador solar se requiere de un elemento que transforme la energía solar en un incremento de temperatura del agua para poder evaporarla, es decir, un colector solar. La radiación visible e infrarroja es absorbida por cualquier superficie de "color" negro mate. El acabado mate es usado para lograr una mejor absorción y evitar pérdidas de una fracción de luz por reflexión. En los destiladores solares más simples, el colector solar consiste en una charola horizontal, de color negro, que contiene el agua que se quiere destilar, a la que se le denomina destilando. La superficie negra de la charola absorbe la radiación solar, lo que se traduce en un ligero calentamiento que inmediatamente se

transmite al agua. Así, a medida que el sol sube sobre el horizonte en la mañana, el destilando va aumentando su temperatura hasta llegar a un máximo un poco después del medio día para luego enfriarse al ir declinando el sol.

Cuadro 7 Tiempo de Inactivación Observado para diferentes Organismos

| Tipo de microorganismo | Tiempo |
|-------------------------------|---------------|
| Pseudomonas aeruginosa | 15 min |
| Salmonella flexneri | 30 min |
| S. typhi y S. enteritidis | 60 min |
| Escherichia coli | 75 min |
| S. paratyphi B | 90 min |
| Aspergillus niger | 3 horas |
| A. flavus | 3 horas |
| Candida y Geotrichum spp | 3 horas |
| Suspensión de Penicillium sp | 6-8 horas |

Fuente: Acra, et al. 1984.

Nota: en el caso del nuestro estudio se debe tomar en cuenta el Escherichia coli.

En experimentos realizados en Suiza se encontró que la dosis de radiación solar requerida para inactivar E. coli, el bacteriófago f2 y un rotavirus, era de aproximadamente 555 W-h/m^2 medidos en el rango de los 350-450 nm de longitud de onda, o el equivalente de 5 horas del mediodía a 45 grados de latitud. Asimismo, reporta que el virus de la encefalomiocarditis era dos veces más resistente a la radiación solar (Wegelin, et al. 1993).

Los siguientes factores se consideran como los más significativos y determinantes en la remoción de los microorganismos.

1. La intensidad de la luz solar y el tiempo de exposición depende de la localización geográfica (latitud), variaciones estacionales, nubes, el rango efectivo de longitudes de onda de la luz y la hora.
2. La clase de bacterias expuestas, la naturaleza y composición del medio y la presencia de nutrientes capaces de soportar el crecimiento y la multiplicación de los microorganismos.
3. El tipo y las características de los recipientes (color, forma, tamaño, grosor y transparencia a la luz del sol)
4. El grado de turbidez, volumen y profundidad del agua.

8.3.2. Medidas de prevención.

Entendiéndose las medidas de prevención como la aplicación de medidas anticipadas para proteger su calidad, en el caso de las aguas subterráneas de pozos artesanales, son resguardar las propiedades de calidad del agua proveniente de pozos artesanales.

La medida de prevención en los parámetros analizados ayuda a mantener los niveles de salubridad del agua subterránea, de pozos artesanales, para el consumo humano.

8.3.2.1. Medida de prevención para los parámetros.

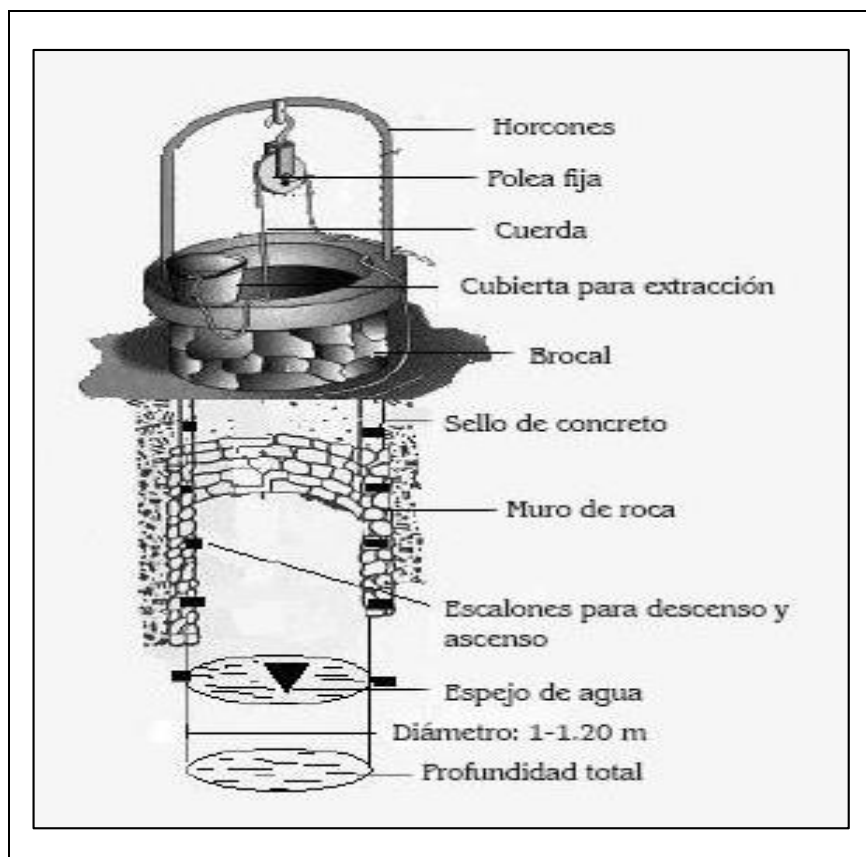
- Sólidos disueltos, Conductividad, Salinidad, Sólidos totales, Turbiedad, Cloruros, Sólidos en suspensión, Coliformes totales.

A través de análisis en el laboratorio de Aguas y Alimentos de la Universidad Amazónica de Pando, de agua subterránea de pozos artesanales, del barrio 23 de Marzo – del distrito 5 Riberalta.

Mediante la protección a la construcción del pozo se podrá mantener los niveles de salubridad, siempre y cuando no exista, fuentes de contaminante cerca del acuífero

como ser; lavadero de automóviles de dos, tres, cuatro ruedas y por letrinas tradicionales, que comúnmente cada vivienda tiene para hacer sus necesidades.

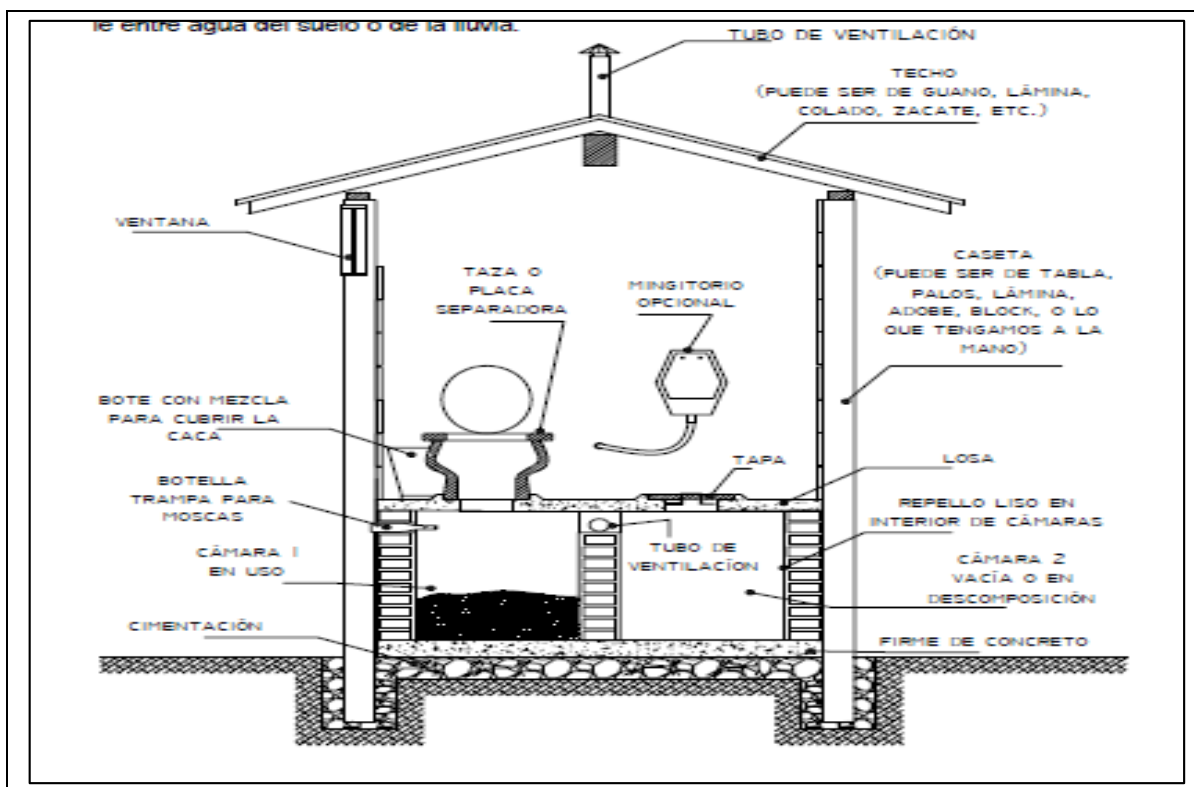
Figura 2 Pozo Artesanal Entubado



Fuente: R. Bonfil, 1970.

Mediante la entubación con material concreto, protege al no permitir que entren residuos sólidos, así resguardando sus propiedades; físicas y químicas del agua del pozo artesanal, estas acciones previenen que el agua se altere por los sólidos que entran en contacto con el recurso vital que es el agua subterránea de pozos artesanales.

Figura 3 Sanitario Ecológico Seco



Fuente: Cruz, G. M. (2014). Sanitarios ecológicos secos como elemento de regulación de asentamientos humanos.

El sanitario seco ecológico es una forma de prevenir, la contaminación del agua subterránea de los pozos artesanales en el barrio 23 de Marzo distrito 5 Riberalta.

8.3.2. Ventajas del sanitario seco ecológico.

Las ventajas de los sanitarios secos radican tanto en aspectos socio-económicos como en aspectos ambientales.

8.3.3. Ahorro de agua. Ya que al no requerir de este líquido se ahorran 40 l/hab-día, cantidad promedio destinada en cada hogar al sanitario convencional.

8.3.4. No requiere conexión a la red de drenaje. Esto hace posible su aplicación en sitio alejados o con fuertes carencias económicas donde no existe drenaje alguno.

8.3.5. Protege el ambiente. Al no producir aguas residuales, reduce riesgo de infiltraciones y evita la contaminación de los mantos acuíferos.

8.3.6. Produce abono. Que puede ser utilizado con toda seguridad, ya que se encuentra libre de patógenos debido al proceso aeróbico de deshidratación (de 6 a 12 meses aproximadamente). Por tanto, reduce el consumo de fertilizantes químicos, los cuales producen un contaminante atmosférico (N₂O) precursor del cambio climático.

8.3.7. Es económico. En comparación con el sanitario convencional, ya que no se requiere como se mencionó anteriormente, estar conectado a la red, ni a la de agua potable ni la de drenaje

8.3.8. Fácil construcción. Puede instalarse fácilmente con mano de obra y materiales locales o adquirir un sistema prefabricado.

8.3.9. Higiénico. Es un sanitario limpio y sin olores. No se generan ni entran animales al sistema (roedores e insectos) y los olores son eliminados por el tubo de ventilación. (Cruz M. (2014).Pàg. 35).

La implementación de un sanitario ecológico seco ayuda a prevenir muchas enfermedades, en el ser humano por lo que las eses fecales, no tendrán contacto con ningún agua mucho menos con el agua subterránea, de manera que previene.

9. CONCLUSIONES

Una vez concluido las etapas de investigación, después de una exhaustiva interpretación del resultado obtenido se llegaron a las siguientes conclusiones.

En el barrio 23 de Marzo, la fuente de abastecimiento para consumo humano es de agua subterránea de pozos artesanal. A través de técnica para recolectar información, como la encuesta permitió obtener datos fidedignos, de manera que permite justificar con más precisión el problema, se notó la falta de educación ambiental.

Mediante la conclusión del objetivo de estudio se caracterizó, el agua subterránea de pozos artesanal, revelando que algunos parámetros no se encuentran, dentro los valores máximos aceptables de acuerdo a la NB 512, y la OMS. Para ser un agua para consumo humano.

Para lograr el Objetivo General, se identificó los puntos de muestreo, a través del uso del Gps, para la recolección de las muestras de agua subterránea, para sus respectivos análisis en el laboratorio de Aguas y Alimentos de la Universidad Amazónica de Pando.

Mediante los resultados de las muestras de aguas subterráneas se caracterizó el agua de pozos artesanales del barrio 23 de Marzo, Distrito 5, del Municipio de Riberalta.

Con la aplicación de las Normativas, como la Norma Boliviana NB 512 y la Organización Mundial de la Salud OMS, permitió describir mediante los Valores máximos aceptables que indica, para ser agua para consumo humano.

Para dar solución se plantearon medidas de mitigación; para los parámetros que se hallan en niveles fuera de la norma que indica, como para el Coliforme totales, pH, Turbiedad. La medida de prevención es la solución; para los parámetros que se encuentran cumpliendo y/o dentro de los valores máximos aceptables que indican las legislaciones ambientales, como para los sólidos en suspensión, sólidos totales, cloruros, salinidad, sólidos disueltos, Coliforme totales. Todas las medidas de

prevención son para evitar que ocurra algo que aún no paso ni está por pasar, esas medidas previenen que se produzca el impacto.

10. RECOMENDACIONES

A partir del estudio realizado se considera necesario realizar las siguientes recomendaciones a los residentes del barrio 23 de Marzo y autoridades competentes sobre el aprovechamiento del agua subterránea de pozos artesanales:

- ❖ Promover medidas de prevención y mitigación sobre las contaminaciones antrópicas que se dan en el agua subterránea de los pozos artesanales que son fuente de agua para consumo humano.
- ❖ Aplicar la desinfección solar a través de los rayos ultra violetas en frascos transparentes, y la ebullición que consiste hacer hervir el agua para matar los microorganismos, que producen daños a la salud.
- ❖ Aplicar productos que no causen efectos a las propiedades del agua ni a la salud del ser humano, para remover turbiedad, Solidos suspendidos totales, Solidos disueltos totales, pH y Alcalinidad como la Moringa Oleífera, La semilla en polvo, con o sin cascara.
- ❖ Coordinación con autoridades de instancias municipales y/o locales para tomar medidas de mitigación para la protección del agua subterránea de pozos artesanales.
- ❖ Socializar temas sobre el uso y aprovechamiento del agua subterránea de pozos artesanales, resguardando la cantidad y calidad.
- ❖ Que sea de utilidad como base de nuevos conocimientos e investigaciones y se puedan actualizar los datos y resultados de análisis que se obtuvo en esta investigación.

Bibliografía.

- Alarcón, I & Garzón, N. (2005). Evaluación de la Semilla de Moringa Oleífera como coadyudante en el Proceso de Coagulación para el Tratamiento de Aguas Naturales del Rio Bogotá en su paso por el municipio de villapinzon, Cundinamarca. Proyecto de Grado, Universidad Libre, Departamento de Ingeniería Ambiental. Bogotá. Recuperado de repository.unilibre.edu.co > handle > EV...
- Acra, A., Z. Raffoul, y. Karahagopian. Solar disinfection of drinking wáter and oral rehydration solutions. Guidelines for household application in developing countries. Department of Enviromental Hearth. Faculty of Heath Science. American University of Beirut. Libano. UNICEF. 1984. Recuperado de www.bvsde.paho.org > fulltext > ponen14
- Agency For Toxic.(s/a). Recuperado de documentacion.indeam.gov.co > Guia 17
- Ávila, A. (s/a). pH acidez y alcalinidad. Recuperado de Fuente; <https://anabelavila.com> > ph-acid...
- Bernal, C.A. (2006). *Metodología de la investigación*. Colombia: Pearson. Recuperado de <https://es.scribd.com> > document > Berna...
- Bolivia: Constitución Política del Estado Plurinacional, (2009). Portal Jurídico Lexivox libre. Recuperado de <http://www.lexivox.org> > norms > BO-C...
- Bolivia: Ley N° 1333 ley del Medio Ambiente, (1992). Promulgada el 27 de Abril, Publicada en la Gaceta Oficial de Bolivia el 15 de Junio 1992. Recuperado de www.mnaya.gob.bo > documentos > ley...
- Bolivia: Reglamentación de la ley N° 1333 del Medio Ambiente. (1995) Reglamento en materia de contaminación hídrica, La paz. Recuperado de www.mmaya.gob.bo > uma > 08-RMCH
- Bolivia: Ley N° 031 Ley Marco de Autonomías y descentralización “Andrés Ibáñez” 19 de Julio de 2010. Recuperado de www.planificacion.gob.bo > marco-legal
- Bolivia: Reglamentación de la ley N° 1333 del Medio Ambiente, Reglamento General de Gestión Ambiental. Recuperado de biblioteca.unmsm.edu.pe > Colombia > r...
- Bolivia: Ley N° 2029 Ley de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario del 29 de Octubre de 1999. Recuperado de www.afcoop.bo > 2017/06

- Bolivia: Ley 373 de 1997 (Junio 6), Programa para el uso eficiente y ahorro de agua. Recuperado de www.minambiente.gov.co > normativa
- Bolivia: Ley N° 071 (2010).Ley de Derechos de la Madre Tierra. Ciudad de La Paz, Diciembre 2010. Recuperado de www.planificacion.gob.bo > marco-legal
- Coagulación,Floculación.(s/a),recuperado de Cidta.usal.es > Edar > LIBROS >logo >pdf
- Copyright (2008).Definiciones. Recuperado de <https://es.m.wikipedia.org> > coloide
- Cumbre Johannesburgo. (2002). Cumbre Mundial sobre el desarrollo Sostenible. Informe sobre el agua. Recuperado en <http://www.cinu.org.mx/eventos/conferencias/Johannesburgo/documentos/pk/wssd4watersp.pdf>.
- Cruz. G. M. (2014).Sanitarios ecologicos secos como elemento de regulacion de asentamientos humanos. *Tesis ingeniero industrial, Mexico, Universidad Nacional Autonoma de Mexico*. Recuperado de www.ptolomeo.unam.mx > Tesis Completa
- Delgado, C. (2008), *La importancia estratégica del agua subterránea del Uruguay para el consumo humano y su inclusión en las previsiones militares* (Tesis) Instituto Militar de Estudios Superiores Licenciatura en Ciencias Militares, Uruguay. Recuperado de www.imes.edu.uy > TESIS 4723 08
- Decreto Supremo N° 29894. (2009).Evo Morales Ayma Presidente del Estado Plurinacional. Bolivia, Ciudad La Paz. Recuperado de www.oas.org > mesicic3_ds 29894
- Diccionario. Glosario de montaña y geografía. Recuperado de www.montipedia.com > diccionario > lixi...
- Diccionario. Definición de determinación – que es, significado y concepto. Recuperado de <https://definición.de> > determinacion
- Cerritos, O. Sánchez, E. Barillas, M. Herzig, V. (2007).Concepto de mitigación. Guatemala. Recuperado de desastres.usac.edu.gt > doc0143-parte02
- Dirección General de Salud Ambiental. (DIGESA).Recuperado de www.digesa.minsa.gob.pe > DEPA > GR...

- Fundación Centro de Gestión Tecnológica e Informática Industrial (CEGESTI). (1999). Muestreo de aguas. Recuperado de www.cegesti.org > agace > presentaciones
- Fernández, A. (2005). Evaluación de la condición del agua para consumo humano en América Latina. Centro de Estudios Transdisciplinarios del agua. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires: 17-32. Recuperado de <https://www.psa.es> < 01-Capitulo-01
- GREENPEACE, (2009) *Estudio de potabilidad de agua de pozos*, Matanzos Riachuelo. Recuperado de <https://www.greenpeace.org> > 2009 > na...
- Gilman, R.H., P. Skillicorn. Boiling of drinking-water: can a fuel-scarce community afford it? *Bull Health Organization*, 1985; 63 (1) Pág. 157-163. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov> > artcles
- Hooper, G. (1987). Chemical disinfection, in Lorch, W., (Ed.) *Handbook of water purification*. Second Edition. Ellis Horwood Series in Water and Wastewater Technology. Chichester, Inglaterra.
- Henry JG & Heinke GW (1999). *Ingeniería Ambiental*. Ed; Prentice. Pág. 166. Recuperado de <https://es.m.wikipedia.org> > wiki > Acali...
- Instituto Geológico y Minero de España. (2009), *Las aguas subterráneas un recurso natural del subsuelo*, España. Recuperado de <https://www.fundacionbotin.org> > FORM...
- Instituto de Ingeniería Sanitaria Facultad de Ingeniería. Bellino, O. N. (2012), *Aguas Subterráneas*, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires. Recuperado de www.fi.uba.ar > archivos > aguasubterra...
- Justiniano, R. (2015). *CURIOSIDAD CIENTÍFICA*. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia: Editorial Imprenta Imago Mundi Ltda.
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico. (2010). *Reglamento nacional para el control de la calidad de agua para consumo humano* - NB 512. Recuperado de www.anesapa.org > uploads > 2014/07
- Ministerio de Salud, (s/a) Calcio, un mineral fundamental que nos fortalece. Recuperado de www.anmat.gov.ar > Alimentos > Calcio

- Ministerio de Servicios y Obras Públicas Viceministerio de Servicios Básicos. (2005) *Agua Potable -Toma de Muestras*. Recuperado de www.pasoc.org.bo > uploads > 2015/07
- Ministerio de Servicios y Obras Públicas Viceministerio de Servicios Básicos. (2005). *Agua Potable – Definiciones y Terminología*. Recuperado de www.anesapa.org > NB495P_Defs Termin
- Moreno, M. (2003). Toxicología Ambiental “Evaluación de riesgos para la salud humana.” Madrid, España. Recuperado de www.researchgate.net > publication
- National Institutes of Health. recuperado de <https://ods.od.nih.gov> > pdf > factsheets
- Ojeda, R. (2005). Evaluación preliminar del impacto sobre las aguas subterráneas y superficiales del área de influencia directa del vertedero de residuos sólidos del Municipio de Arauca y propuesta de recuperación paisajística del mismo (Tesis de grado). Universidad Nacional de Colombia sede Arauca Ingeniería Ambiental, Arauca. Recuperado de bdigital.unal.edu.co > EVALUACION PR...
- R. Bonfil, (1970). *El pozo: uso, seguridad y tradición en la subcuenca del rio San Javier*. Recuperado de <https://www.ciad.mx> > article > download
- Sociedad Geográfica de Lima, (2011). *Aguas Subterráneas—Acuíferos, “Contribuyendo al desarrollo de una Cultura del Agua y la Gestión Integral de Recurso Hídrico”* Lima- Perú. Recuperado de <https://gwp.org> > aguas _subterráneas
- Smith, J.E., et al. Upgrading existing or designing new drinking wáter treatment facilities. Pollution Technology Review No. 198. New Jersey, U.S.A. Noyes Data Corpoation.1991. Recuperado de www.amac.md > data > 20.2.pdf
- Tenjo. M (2014). *Química Ambiental Contaminación de la Biosfera*. Universidad del Tolina Cread Tunal.
- Wegelin, M., S.Cananica, K. Mechisner, T. Fleischmann, F. Pesora, A. Motzler, Solar wáter desifectation: Scope of the proces and analysis of radiation experiments, Swiss Federal Institute for Environmental Science and Technology, Internal Report, Dubendorf, Suiza, 51 p. 1993. Recuperado de <https://www.wsl.ch> > WSL > lehning > C...

Anexo 1**Fotografía 1** Reunión con el Directorio y la Base del Barrio 23 de Marzo

Se reunió con toda la directiva conjuntamente con la base del barrio 23 de Marzo, así se logró informar a todos los residentes sobre la investigación que se ejecutó.

Fotografía 2 Realizando la Encuesta

Mediante la técnica de la encuesta se recolecto información a través de un cuestionario, que permitió recolectar informaciones fidedignas.

Fotografía 3 Realizando la Encuesta



La falta de educación ambiental es preocupante en el barrio 23 de Marzo, por lo que se observa la contaminación que recibe el pozo artesanal es por infiltración de lixiviados y la disponibilidad que le dan a sus aguas que ocupan en las actividades que desarrollan en sus viviendas.

Fotografía 4 Realizando la Encuesta



Fotografía 5 Realizando la Encuesta



La protección de los fuentes de abastecimiento es muy preocupante por lo que se observó hay un déficit, por ello hay seres humanos como niños, madres embarazadas y personas de la tercera edad padecen de enfermedades por diarrea y fiebre paratifoidea.

Fotografía 6 Realizando la Encuesta



Fotografía 7 Pozo Artesanal en el Barrio 23 de Marzo



El agua que se consume en varios lugares de la zona de estudio tienen un color oscuro y sus barreras de protección es precaria.

Fotografía 8 Condiciones del Agua Subterránea de Pozos Artesanales del Barrio



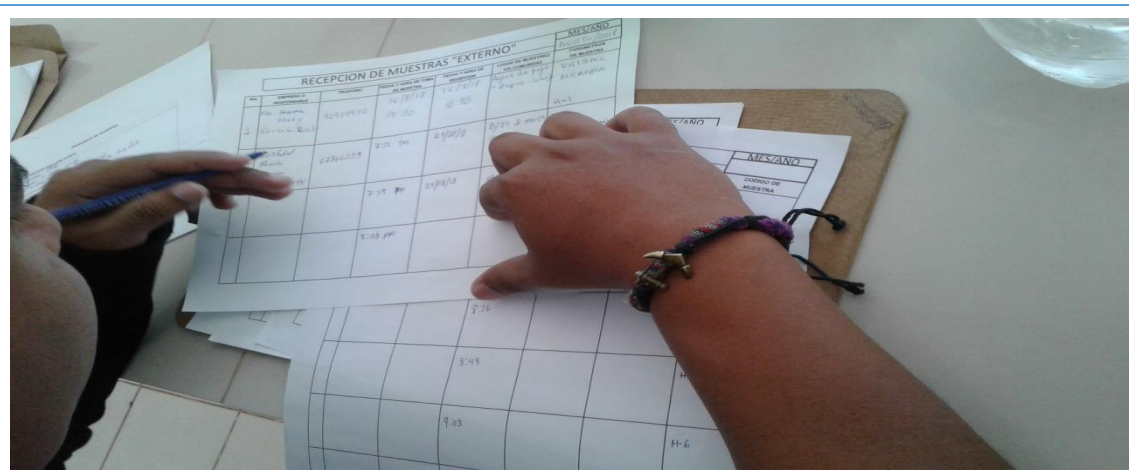
Las infiltraciones que ocurren son de las actividades que desarrollan en sus viviendas, y la disponen cerca del pozo artesanal que tienen como fuente de abastecimiento de agua.

Fotografía 9 Recolección de Muestra de Agua Subterránea de Pozo Artesanal



Se recolecto 7 Muestras de Agua Subterránea de diferentes puntos de Muestreo, así mismo el tesista entrego al encargado del Laboratorio de Agua y Alimentos de la U.A.P

Fotografía 10 Recepción con el Personal del Laboratorio de la UAP



Mediante métodos que dictan las Normas Bolivianas para análisis de agua para consumo humano se caracterizó el agua mediante análisis físico, químico y bacteriológico.

Anexo 1 Resultado de los Parámetros Analizados



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO

ÁREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES

Cobija – Pando – Bolivia



"La preservación de la Amazonía es parte de la subsistencia de la vida, del progreso y desarrollo de la bella tierra Pandina"

LABORATORIO DE AGUAS Y ALIMENTOS

N° 039/2018
C6d. H - 2

Página 1 de 2

INFORME DE ANÁLISIS LAB A y A - ACBN/SA/08/2018

1. **Solicitante:** Est. Cristóbal Panica Mamani
2. **Análisis:** Físico-químico y microbiológico de agua.
3. **Número de muestras:** Una Muestra de agua
4. **Lugar de muestreo y fuente:** Barrio 23 de Marzo Riberalta, Distrito 5, Beni - "Agua subterránea Pozo artesiano" Z/Urbana
5. **Fecha y hora de muestreo:** 20-8-2018, 19:11 p.m.
6. **Fecha y hora de recepción:** 21-8-2018, 18:00 p.m.
7. **Resultados:**

A. FISICOQUÍMICO

| ENSAYO REALIZADO | H - 2 | LIMITE PERMITIDO | REFERENCIA DEL LIMITE |
|------------------------------|-------|------------------|-----------------------|
| pH | 5,56 | 6,5 - 9,00 | NB - 512 |
| Temperatura (°C) | 26,5 | ---- | ---- |
| Conductividad (uS/cm) | 14,73 | 1500,00 | NB - 512 |
| Salinidad (%) | 0,00 | 0 - 0,5 | OMS |
| Sólidos disueltos (mg/L) | 8,67 | 500,00 | OMS |
| Sólidos en suspensión (mg/L) | 28,33 | ---- | ---- |
| Sólidos totales (mg/L) | 37,00 | 1000,00 | NB - 512 |
| Turbidimetría (NTU) | 16,60 | 5,00 | NB - 512 |
| Cloruros (mg/L) | 5,95 | 250,00 | NB - 512 |

A. MICROBIOLÓGICO

| INDICADOR DE CALIDAD SANITARIA | H - 2 | MÉTODO DE ENSAYO | NORMA TÉCNICA | LIMITE PERMITIDO | REFERENCIA DEL LIMITE |
|---|-----------------|--------------------|---------------|------------------|-----------------------|
| Coliformes totales (UFC/100 mL de agua) | 2×10^3 | Membrana filtrante | NB-31003 | <1 | NB - 512 |

NOTA: UFC/100 mL de agua = Unidad de formadores de colonia en 100 mL de agua.
48 horas de Incubación.

Anexo 2 Resultados de los Parámetros Analizados



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO

ÁREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES

Cobija – Pando – Bolivia



"La preservación de la Amazonía es parte de la subsistencia de la vida, del progreso y desarrollo de la bella tierra Pandina"

LABORATORIO DE AGUAS Y ALIMENTOS

N° 043/2018
Cód. H - 6

Página 1 de 2

INFORME DE ANÁLISIS LAB A y A - ACBN/SA/08/2018

1. **Solicitante:** Est. Cristóbal Panica Mamani
2. **Análisis:** Físico-químico y microbiológico de agua.
3. **Número de muestras:** Una Muestra de agua
4. **Lugar de muestreo y fuente:** Barrio 23 de Marzo Riberalta, Distrito 5-Beni, - Agua Subterránea "Pozo Artesiano" Z/Urbana
5. **Fecha y hora de muestreo:** 20-8-2018, 20:49 p.m.
6. **Fecha y hora de recepción:** 21-8-2018, 18:00 p.m.
7. **Resultados:**

A. FISICOQUÍMICO

| ENSAYO REALIZADO | H - 6 | LIMITE PERMITIDO | REFERENCIA DEL LIMITE |
|------------------------------|-------|------------------|-----------------------|
| pH | 5,56 | 6,5 - 9,00 | NB - 512 |
| Temperatura (°C) | 26,5 | ---- | ---- |
| Conductividad (uS/cm) | 14,73 | 1500,00 | NB - 512 |
| Salinidad (%) | 0,00 | 0 - 0,5 | OMS |
| Sólidos disueltos (mg/L) | 8,67 | 500,00 | OMS |
| Sólidos en suspensión (mg/L) | 28,33 | ---- | ---- |
| Sólidos totales (mg/L) | 37,00 | 1000,00 | NB - 512 |
| Turbidimetría (NTU) | 16,60 | 5,00 | NB - 512 |
| Cloruros (mg/L) | 5,05 | 250,00 | NB - 512 |

A. MICROBIOLÓGICO

| INDICADOR DE CALIDAD SANITARIA | H - 6 | MÉTODO DE ENSAYO | NORMA TÉCNICA | LIMITE PERMITIDO | REFERENCIA DEL LIMITE |
|---|-------------------|--------------------|---------------|------------------|-----------------------|
| Coliformes totales (UFC/100 mL de agua) | 2x10 ³ | Membrana filtrante | NB-31003 | <1 | NB - 512 |

NOTA: UFC/100 mL de agua = Unidad de formadores de colonia en 100 mL de agua.
48 horas de Incubación.

*Campus Universitario Av. Las Palmas, Área de Ciencias Biológicas y Naturales
Teléfono: 842-4977
Cobija – Pando - Bolivia*

Los resultados obtenidos mediante análisis de agua subterránea de pozos artesanales, a través de una interpretación y valoración, se notó que el agua que se toma no se encuentra algunos parámetros analizados dentro el límite permisible que dicta la norma boliviana NB 512.



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
ÁREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES



Cobija – Pando – Bolivia

"La preservación de la Amazonía es parte de la subsistencia de la vida, del progreso y desarrollo de la bella tierra Pandina"

Página 2 de 2

8. Observaciones:

- a) El muestreo fue realizado por el personal de Laboratorio.

Es cuanto se informa para fines consiguientes.



Juan Carlos Surco Almendras
 Lic. en Ciencias Químicas
 RESPONSABLE DE LOS LABORATORIOS
 DE AGUAS Y ALIMENTOS DEL A.C.B.N.
 Universidad Amazónica de Pando

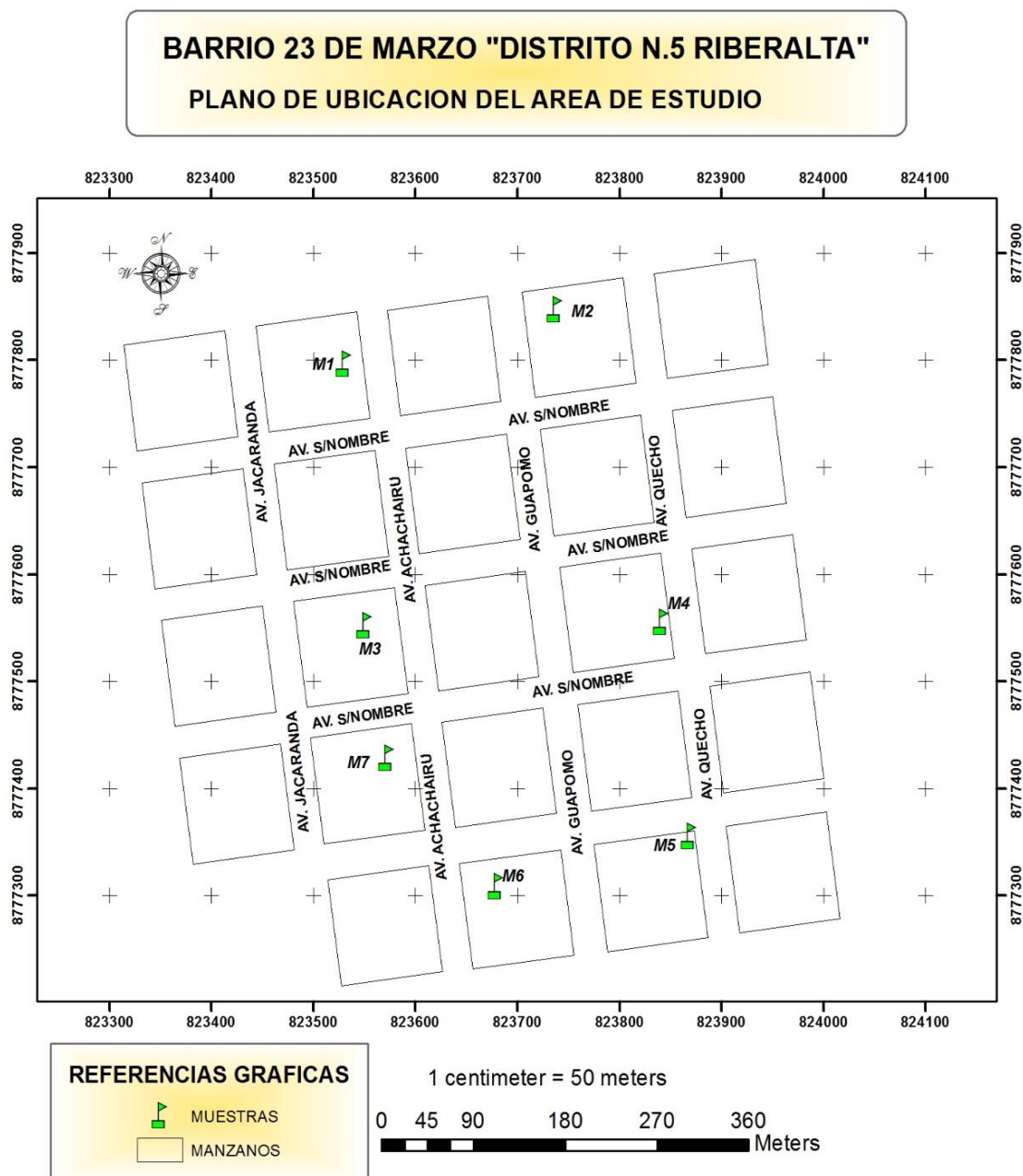


Cobija, 18 de Septiembre de 2018

Ce/L.ab.

Los parámetros analizados indica que hay un porcentaje de pH, acida por que dio 5,56, la NB 512, indica que de encontrarse en un promedio de 6,5 a 9,00, para ser agua para consumo humano.

Anexo 3 Ubicación de los Pozos Artesanales Analizados a través del Laboratorio de la UAP



Anexo.2

Anexo 4 Encuesta realizado

Anexo. 2

Encuesta

Nombre y apellido: STEFAN EUGENIA AYALA CASO

Lugar: Barrio 23 de Marzo

Fecha: 20 de Agosto

Una "encuesta" recoge información de una "muestra." Una "muestra" es usualmente sólo una porción de la población bajo estudio.

Objetivo de la encuesta:
Recoger información sobre la calidad del recurso, agua subterránea, así poder justificar con precisión la problemática ambiental (barrio 23 de marzo, Riberaita) para obtener información verdadera, no obstante que el problema es de la actualidad que se vive a diario.

1: ¿Usted ha recibido capacitaciones sobre cuidado del agua subterránea de alguna institución que se haya presentado en su barrio?

Si No

2: Usted que cree que desinfectando tradicionalmente, el agua subterránea, elimina todos los perjudiciales que provocan daños a la salud humana.

Si No

3: Realiza usted limpieza por dentro (a través de bombeo) de su pozo artesanal que tiene en su vivienda.

Si No

4: ¿Está de acuerdo a que se realice análisis de los parámetros básico, que indica la N.B.512 Agua para consumo humano en el laboratorio para determinar la calidad de su agua subterránea?

Si No

5: A alguien de su familia lo diagnosticaron los médicos alguna enfermedad que padecía por consumir agua que no cumple los parámetros de calidad para consumo humano?

Si No

6: Conoce alguna ley, reglamento o normativa que indique sobre la calidad de agua para consumo humano?

Si No

A través de la encuesta se notó porque es importante, de realizar estudio sobre el agua subterránea de pozos artesanales.

Anexo 5 Formulario llenado en la toma de Muestra de Agua Subterránea

Formulario de muestreo

formulario de información básica sobre muestreo

1) Código de la muestra: 005

2) Hora de muestreo: 8:49

3) Localidad: Barrio 23 de Marzo Riberaita

4) Dirección punto de muestreo: zona Urbana

5) Material del envase empleado para el muestreo: Botella de 2 Litros

6) Volumen de muestra exacta: 2 Litros

7) Temperatura de la muestra:

8) Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio:

9) Tipo de conservación de la muestra: Temperatura

10) Croquis del lugar:

Responsable del muestreo: Cristobal Pineda Moreno, Estudiante Decano Semestre Ingeniería Ambiental R.V. 18444

Fecha de muestreo: 20 de Agosto

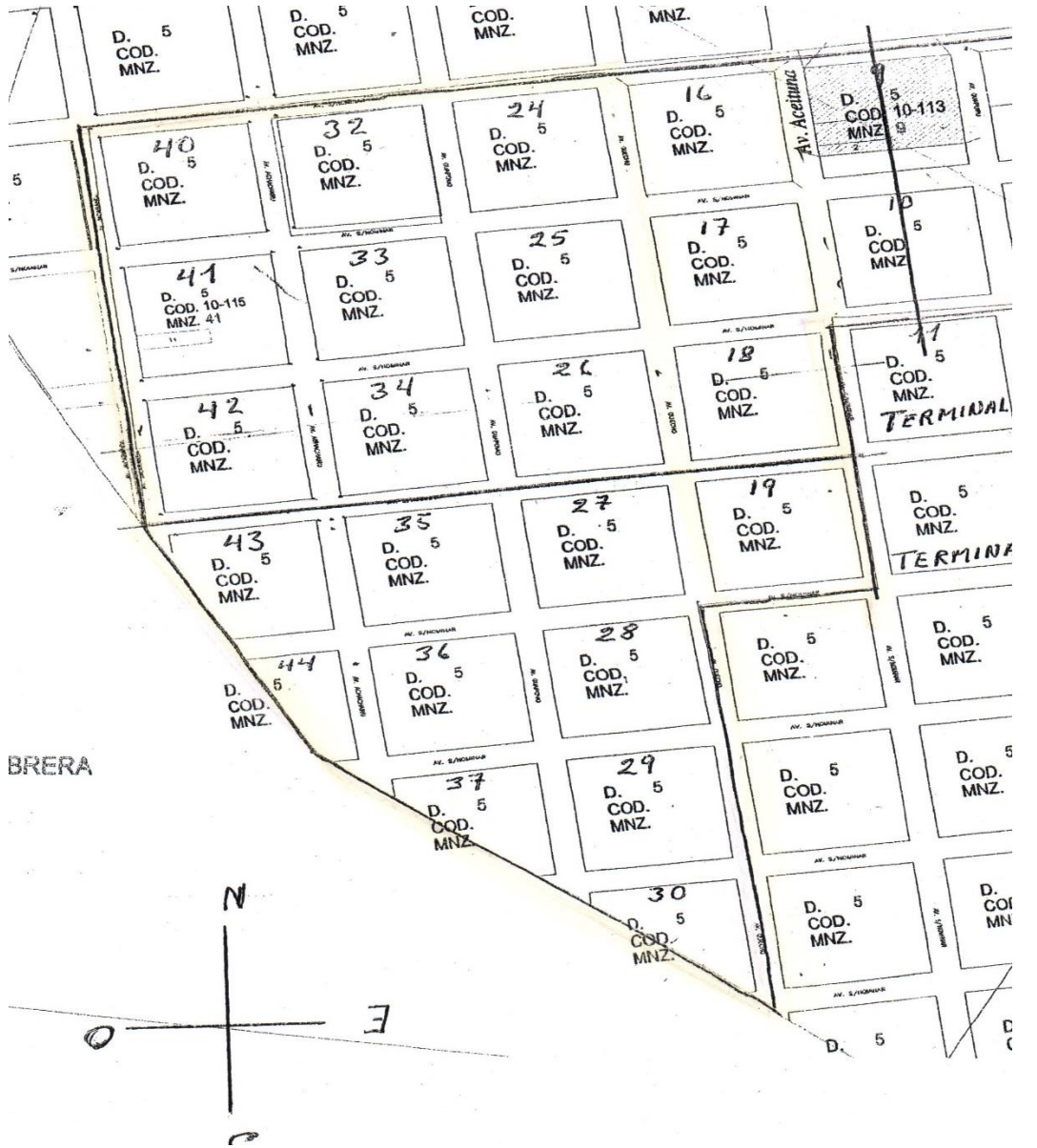
Firma: [Firma]

" Agua Subterránea Pozo Artesanal "

Fuente: (Reglamento Nacional para el Control de la calidad del Agua para Consumo Humano, 2006, pag. 22)

Mediante el llenado del formulario se, se recolecto información para el análisis en el laboratorio de Aguas y Alimentos de la Universidad Amazónica de Pando.

Anexo 6 Plano de Ubicación del Barrio 23 de Marzo, Distrito 5- del Municipio de Riberalta



Plano del barrio 23 de Marzo Distrito 5- Riberalta Beni.
Facilitado por el presidente del Barrio, sr: Javier Almaraz
Nogales.

Anexo 7 Encuesta

Cuestionario de preguntas.

Nombre y apellido:.....

Lugar:.....

Fecha:.....

Una "encuesta" recoge información de una "muestra." Una "muestra" es usualmente sólo una porción de la población bajo estudio.

Objetivo de la encuesta.

Recabar información sobre la calidad del recurso, agua subterránea, así poder justificar con precisión la Problemática Ambiental (Barrio 23 de Marzo, Riberalta.) para obtener información verdadera, no obstante que el problema es de la actualidad que se vive a diario.

1: ¿Usted ha recibido capacitaciones sobre cuidado del agua subterránea de alguna institución, que se presentado en su barrio?

Si

No

2: Usted cree que desinfectando tradicionalmente, el agua subterránea, elimina todos los perjudiciales que provocan daños a la salud humana.

Si

No

3: Realiza usted limpieza por dentro (a través de bombeo) de su pozo artesanal que tiene en su vivienda.

Si

No

4: ¿Está de acuerdo a que se realice Análisis de los Parámetros Básico, que indica la N.B.512 Agua para consumo humano en el Laboratorio para determinar la calidad de su agua subterránea?

Si

No

5: A alguien de su familia lo diagnosticaron los médicos alguna enfermedad que padecía por consumir agua que no cumple los Parámetros de Calidad para Consumo Humano?

Si

No

6: Conoce alguna ley, reglamento o normativa que indique sobre la calidad de agua para consumo humano?

Si

No

Anexo 8 (A) Normativo

Formulario de muestreo

| formulario de información básica sobre muestreo |
|---|
| 1) Código de la muestra: |
| 2) Hora de muestreo: |
| 3) Localidad: |
| 4) Dirección punto de muestreo: zona: |
| 5) Material del envase empleado para el muestreo: |
| 6) Volumen de muestra extraída: |
| 7) Temperatura de la muestra: |
| 8) Tiempo requerido desde la toma de muestra hasta el laboratorio: |
| 9) Tipo de conservación de la muestra: |
| 10) Croquis del lugar: Responsable del muestreo: |
| Fecha de muestreo: |
| Firma:..... |

FUENTE: (Reglamento Nacional para el Control de la calidad del Agua para Consumo Humano, 2005, pág. 22)

Anexo 9 Abreviaturas

| Siglas. | Definiciones. |
|--------------------|---|
| CF: | Coliforme fecales. |
| C.P.E.P.B: | Constitución Política del Estado Plurinacional. |
| CEGESTI: | Fundación Centro de Gestión Tecnológica e Información Industrial. |
| DPTO: | Departamento. |
| Dic: | Diciembre. |
| IBNORCA: | Instituto Boliviano de Normas y Calidad. |
| Ltrs: | Litros. |
| NTU: | Nephelometric Turbidity Unit. |
| LEY: | Medio Ambiente 1333. |
| NB: | Norma Boliviana. |
| Nov: | Noviembre. |
| °C: | Grado Celsius. |
| Oct: | Octubre. |
| UFC/100 ml: | Unidad Formadora de Colonia. |
| Pnts: | Puntos. |
| RMCH: | Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica. |
| Sept: | Septiembre. |
| T: | Temperatura. |
| Turb: | Turbidez. |
| mg/L | Miligramo por litro. |
| ppm. | Partes por millón. |
| UAP: | Universidad Amazónica de Pando. |

Fuente: Elaboración Propia.