



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

Facultad Regional Multidisciplinaria, FAREM-ESTELÍ

**Calidad del agua para consumo humano en 6 pozos de la
comunidad Los Jobs-Estelí en el II semestre del año 2022**

Trabajo de Seminario de graduación para optar

Al grado de

Ingeniero en la Carrera Ingeniería Ambiental

Autores

- ✓ Alisson Dayana María Gutiérrez Castellón
- ✓ Brandon José Araúz
- ✓ Esaú Rafael Peña Gutiérrez

Tutora

MSc. Tamara Iveth Pérez Rodríguez

Estelí, 09 de febrero de 2023



DEDICATORIA

A Dios por habernos permitido trabajar en este seminario de graduación y llegar a concluirla, darnos salud para lograr nuestros objetivos propuestos, brindarnos sabiduría e inteligencia.

A nuestra familia por apoyarnos en todo momento, por los consejos y motivación, la cual nos ha permitido ser personas de bien y sobre todo inculcarnos valores, ejemplos de perseverancia.

A maestra Tamara Iveth Pérez Rodríguez por su apoyo incondicional y motivación en la culminación de nuestro estudio y la elaboración de nuestro seminario de graduación, por facilitarnos herramientas fundamentales y ser mejores profesionales en el futuro.

AGRADECIMIENTO

A Dios sobre todas las cosas por darnos entendimiento y sabiduría para realizar nuestra tesis con todo el entusiasmo.

A nuestra familia que incondicionalmente nos apoyaron dándonos ánimo para seguir adelante.

A la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios – ENACAL por abrirnos sus puertas para hacer los análisis físicos, químicos y biológicos, en el laboratorio, así como también a los encargados del área por aportar de sus conocimientos a la hora de realizar los muestreos y los análisis.

A nuestra Facultad Regional Multidisciplinaria FAREM- ESTELI, por abrirnos las puertas para hacer realidad nuestro gran sueño.

“Nunca te rindas tratando de hacer lo que realmente deseas hacer. Donde hay amor e inspiración, nada te puede salir mal”

Ella Fitzgerald



Facultad Regional Multidisciplinaria Estelí

Estelí, 27 de febrero de 2023

CONSTANCIA

Por este medio HAGO CONSTAR que la investigación: *Calidad del agua para consumo humano en 6 pozos de la comunidad Los Jobos-Estelí en el II semestre del año 2022*, cumple con los requisitos académicos de la clase de Seminario de Graduación, para optar al título de Ingeniería Ambiental.

Los autores de este trabajo son los estudiantes: Br. Alisson Dayana María Gutiérrez Castellón, Carné N°.18-51074-1; Br. Brandon José Arauz, Carné N°.18-51076-3; Br. Esaú Rafael Peña Gutiérrez, Carné N°.18-51070-8; y fue realizado en el II semestre de 2022, en el marco de la asignatura de Seminario de Graduación, cumpliendo con los objetivos generales y específicos establecidos, que consta en el artículo 9 de la normativa, y que contempla un total de 60 horas permanentes y 240 horas de trabajo independiente.

Considero que este estudio será de mucha utilidad para guiar el desarrollo de las comunidades de la ciudad de Estelí, la comunidad estudiantil y las personas interesadas en esta temática.

Atentamente,

Dra. Tamara Iveth Pérez Rodríguez
FAREM-Estelí, UNAN-Managua

Cc/Archivo

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo analizar la calidad del agua para consumo humano en 6 pozos de la comunidad Los Jobos-Estelí, para tal fin se realizó una investigación de enfoque mixto. Para la recolección de información se revisaron documentos de investigaciones realizados sobre el tema de interés, se visitó el área de estudio con el fin de reconocer las fuentes con las que se cuenta, se aplicó entrevistas a informantes claves para la caracterización ambiental y sus posibles problemas, y encuestas dirigidas a una muestra de la totalidad de viviendas. Las 6 muestras de los pozos se obtuvieron en el mes de noviembre, además se realizaron análisis in situ y en laboratorio con ayuda de ENACAL, los parámetros físicos, químicos y biológicos fueron comparados con las normas CAPRE y NTON 05-007-98 las cuales son las normas de mayor fiabilidad en el tema. Según el estándar de calidad de las normas en cuanto a los resultados de los análisis, 5 de los 6 pozos son aptos para el consumo humano, ya que están dentro de los límites aceptables y cuentan con los minerales suficientes. El pozo numero 6 (Cándida Rizo) no cuenta con la calidad necesaria según lo estimado en ambas normas, los parámetros destacados son, conductividad eléctrica (2,547 $\mu\text{s}/\text{cm}$), dureza (500.44 mg/l), nitritos (0.25 mg/l) y coliformes fecales (DPC). Se recomienda a la población de la comunidad e instituciones (MINSA, ENACAL y ANA) indagar sobre la calidad del agua antes de calificarla como potable en cualquier fuente de agua con características desconocidas.

Palabras clave: calidad, consumo, humano, parámetros, potable

ABSTRACT

The objective of this investigation was to analyze the quality of water for human consumption in 6 wells of the Los Jobos-Estelí community, for this purpose a mixed approach investigation was carried out. For the collection of information, research documents carried out on the subject of interest were reviewed, the study area was visited in order to recognize the sources with which it is available, interviews were applied to key informants for the environmental characterization and its possible problems. , and surveys addressed to a sample of all dwellings. The 6 samples from the wells were obtained in November, in addition, in situ and laboratory analyzes were carried out with the help of ENACAL, the physical, chemical and biological parameters were compared with the CAPRE and NTON 05-007-98 standards, which they are the most reliable standards on the subject. According to the quality standard of the regulations regarding the results of the analysis, 5 of the 6 wells are suitable for human consumption, since they are within acceptable limits and have sufficient minerals. Well number 6 (Cándida Rizo) does not have the necessary quality as estimated in both standards, the outstanding parameters are electrical conductivity (2,547 $\mu\text{s}/\text{cm}$), hardness (500.44 mg/l), nitrites (0.25 mg/l) and fecal coliforms (DPC). It is recommended that the population of the community and institutions (MINSA, ENACAL and ANA) inquire about the quality of the water before qualifying it as potable in any water source with unknown characteristics.

Keywords: quality, consumption, human, parameters, drinking

ÍNDICE

| | | |
|-------|-------------------------------------------|----|
| I. | INTRODUCCIÓN | 12 |
| II. | ANTECEDENTES | 14 |
| III. | PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 16 |
| IV. | PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN | 17 |
| V. | JUSTIFICACIÓN | 18 |
| VI. | OBJETIVOS | 19 |
| VII. | MARCO TEÓRICO | 20 |
| VIII. | HIPÓTESIS | 36 |
| IX. | CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES | 37 |
| X. | DISEÑO METODOLÓGICO | 40 |
| XI. | ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 60 |
| XII. | CONCLUSIONES | 81 |
| XIII. | RECOMENDACIONES | 83 |
| XIV. | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA | 85 |
| XV. | ANEXOS | 87 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Tabla 1</i> <i>Parametros bacteriologicos</i> _____ | 27 |
| <i>Tabla 2</i> <i>Parametros Organolepticos</i> _____ | 28 |
| <i>Tabla 3</i> <i>Parametros Fisicoquimicos</i> _____ | 27 |
| <i>Tabla 4</i> <i>Parametros para sustancias no deseadas</i> _____ | 29 |
| <i>Tabla 5</i> <i>parametros para sustancias inorganicas con significados para la salud</i> ____ | 29 |
| <i>Tabla 6</i> <i>Parametros para sustancias organicas con significado para la salud,excepto plaguicidas</i> _____ | 30 |
| <i>Tabla 7</i> <i>Parametro para plaguicidas</i> _____ | 31 |
| <i>Tabla 8</i> <i>Parametros para desinfectantes y subproductos de la desinfeccion</i> _____ | 32 |
| <i>Tabla 9</i> <i>NTON 05-007-98</i> _____ | 33 |
| <i>Tabla 10</i> <i>NTON 05-007-98</i> _____ | 34 |
| <i>Tabla 11</i> <i>Analisis fisico,quimico y bacteriologico del pozo comunitario Loss Jobsos</i> _ | 65 |
| <i>Tabla 12</i> <i>Analisis fisico,quimica y bacteriologico en pozo Quinta Apali</i> _____ | 67 |
| <i>Tabla 13</i> <i>Analisis fisico,quimio y bacteriologico del pozo Albert Navarro</i> _____ | 69 |
| <i>Tabla 14</i> <i>Analisis fisico,quimico y bacteriologico del pozo La Vega Albert Navarro</i> _ | 72 |
| <i>Tabla 15</i> <i>Analisi Fisico,quimicco y bacteriologico del pozo Walter Laguna</i> _____ | 74 |
| <i>Tabla 16</i> <i>Analisis fisico,quimico y bacteriologico del pozo Candida Rizo</i> _____ | 76 |
| <i>Tabla 17</i> <i>Acciones para el buen uso y manejo del agua para consumo humano</i> ____ | 80 |
| <i>Tabla 18</i> <i>Cronograma de actividades</i> _____ | 98 |

INDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Ilustración 1 Ubicacion area de estudio</i> | 41 |
| <i>Ilustración 2 Aplicacion de Entrevistas</i> | 48 |
| <i>Ilustración 3 Entrevista a la consejal de la comunidad</i> | 49 |
| <i>Ilustración 4 Analisis en campo</i> | 49 |
| <i>Ilustración 5 Analisis bacteriologico</i> | 58 |
| <i>Ilustración 6 Red Hidrica De Los Jobs</i> | 44 |
| <i>Ilustración 7 Mapa de uso actual de suelo</i> | 46 |
| <i>Ilustración 8 calidad del agua que consume</i> | 64 |
| <i>Ilustración 9 Prueba bacteriologica del pozo Candida Rizo</i> | 78 |
| <i>Ilustración 10 Escuela Los Jobs</i> | 87 |
| <i>Ilustración 11 Escuela Los Jobs</i> | 87 |
| <i>Ilustración 12 Red hidrica de la cmunidad</i> | 87 |
| <i>Ilustración 13 Red Hidrica</i> | 87 |
| <i>Ilustración 14 Aplicacion de Encuesta Quinta Apali</i> | 88 |
| <i>Ilustración 15 casas de habitacion</i> | 88 |
| <i>Ilustración 16 carretera de la comunidad</i> | 88 |
| <i>Ilustración 17 Aplicacion de encuestas</i> | 89 |
| <i>Ilustración 18 Aplicacion de entrevistas</i> | 89 |
| <i>Ilustración 19 Aplicacion de encuestas</i> | 89 |
| <i>Ilustración 20 Letrero en la comunidad</i> | 89 |
| <i>Ilustración 21 Analisis en campo</i> | 90 |
| <i>Ilustración 22 Instrumento utilizados en campo</i> | 90 |
| <i>Ilustración 23 obtencion de muestras en pozo de Walter Laguna</i> | 90 |
| <i>Ilustración 24 Analisis en campo</i> | 90 |
| <i>Ilustración 25 Obtencion de muestra en pozo Albert Navarro</i> | 91 |
| <i>Ilustración 26 Analisis en campo en Quinta Apali</i> | 91 |
| <i>Ilustración 27 Obtencion de muestra en pozo de Candida Rizo</i> | 91 |
| <i>Ilustración 28 Analisis en campo</i> | 91 |
| <i>Ilustración 29 Analisis bacteriologico en laboratorio</i> | 92 |
| <i>Ilustración 30 Obtencion de muestra en pozo La Vega</i> | 92 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Ilustración 31 Horno bacteriológico</i> | 92 |
| <i>Ilustración 32 Analisis bacteriológico</i> | 92 |
| <i>Ilustración 33 Muestras bacteriológicas 2</i> | 93 |
| <i>Ilustración 34 Muestras Bacteriológicas 1</i> | 93 |
| <i>Ilustración 35 Muestras de arsenico 1</i> | 93 |
| <i>Ilustración 36 Muestras de arsenico 2</i> | 93 |
| <i>Ilustración 37 Analisis en laboratorio</i> | 94 |
| <i>Ilustración 38 Analisis volumetricos</i> | 94 |
| <i>Ilustración 39 muestras de agua</i> | 94 |
| <i>Ilustración 40 Analisis en laboratorio</i> | 94 |
| <i>Ilustración 41 Analisis de hierro</i> | 95 |
| <i>Ilustración 42 Analisis de Nitritos</i> | 95 |
| <i>Ilustración 43 Analisis de conductividad</i> | 95 |
| <i>Ilustración 44 Analisis de sulfatos</i> | 95 |
| <i>Ilustración 45 Cristaleria 2</i> | 96 |
| <i>Ilustración 46 Cristaleria 1</i> | 96 |
| <i>Ilustración 47 Limpieza de Cristaleria</i> | 96 |
| <i>Ilustración 48 Instrumento de turbidez</i> | 96 |
| <i>Ilustración 49 Formato de registros urbanos bacteriológicos</i> | 97 |
| <i>Ilustración 50 Analisis Volumetricos</i> | 97 |
| <i>Ilustración 51 Cadena de custodia</i> | 97 |
| <i>Ilustración 52 Datos Volumetricos</i> | 97 |

I. INTRODUCCIÓN

En Nicaragua las poblaciones que forman el sector rural, generalmente se encuentran en condiciones económicas desfavorables, muchas de las cuales ni siquiera pueden satisfacer las necesidades básicas de vivienda, salud, educación, etc. Con frecuencia en las localidades rurales no se cuenta con un sistema de abastecimiento de agua, lo que afecta el nivel de sus pobladores.

Según datos por el fondo de inversión social de emergencia FISE 2014, de Nicaragua solo el 40% de las comunidades rurales presentan sistemas de agua y el 30% en sistemas de saneamiento. Las principales causas de muerte y enfermedades en el área se encuentran relacionadas con los escasos de abastecimiento de agua potable.

Es evidente la relación que existe entre las propiedades del agua y la salud pública, entre las fáciles disponibilidades y el nivel de higiene, entre la abundancia de vital líquido y el crecimiento económico de la comunidad Jobs.

El presente documento aborda la evaluación de la calidad del agua para consumo humano en 6 pozos de la comunidad de Los Jobs-Estelí en el II semestre del año 2022. Con el objetivo de describir las condiciones socio-económica y ambientales, valorar la calidad del recurso hídrico mediante un análisis físico, químico y bacteriológico en comparación a las normas CAPRE y NTON 05-007-98 y proponer acciones para el buen uso y manejo del agua en la comunidad de Los Jobs-Estelí.

Se hicieron visitas a campo para obtener información detallada mediante encuestas, entrevistas y guía de observación, se realizó búsqueda de información en trabajos similares que sirvió como un apoyo para nuestra investigación. Para la obtención de muestras y elaboración de análisis, se contó con la colaboración de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ENACAL), teniendo como resultados que cinco de los seis pozos cuentan con la calidad necesaria para fines de consumo humano.

La toma de muestras de aguas es una faceta importante a considerar previa al análisis, pues de nada servirá realizar determinaciones analíticas muy precisas si las muestras que llegan al laboratorio no son representativas para los fines que se realiza el análisis.

Los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua determinan su calidad, la cual puede ser modificada por procesos naturales o antrópicos. De los procesos mencionados, los segundos adquieren importancia dada la velocidad a la que ocurren y a la magnitud de los mismos, en tales casos se puede hablar de contaminación. La contaminación se comprende por la introducción de agentes biológicos, químicos o físicos a un medio al que no pertenecen.

II. ANTECEDENTES

La alteración de la calidad del agua se ha convertido de interés mundial por el crecimiento poblacional, el desarrollo de las actividades industriales y agrícolas y amenaza del cambio climático y sus repercusiones al ciclo hidrológico, por lo tanto, existen muchas investigaciones para indagar sobre el tema de calidad de agua para consumo humano. Por lo general la calidad de agua se determina comparando las muestras según las características física, químicas y biológicas, con directrices y/o estándares de calidad correspondientes, en esta investigación se realizaron los análisis en fuentes de agua subterráneas, pero cabe recalcar que existen muchas más fuentes de agua superficiales las cuales pueden ser aprovechadas, y algunas de estas están expresadas en las siguientes investigaciones citadas.

En el presente trabajo se determinó la calidad del agua para consumo humano y uso industrial de cuatro pozos mecánicos ubicados en la zona 11 de Mixco, específicamente en las colonias Lo de Fuentes, Lo de Molina y Primero de Mayo. Para ello se determinaron las características físicas, químicas y bacteriológicas del agua de cada uno de los pozos, posteriormente estos valores se compararon con la norma para agua potable NGO 29001 de la Comisión Guatemalteca de Normas COGUANOR, y también se compararon con los requerimientos de calidad del agua para uso industrial contenidos en la norma propuesta CATIE. (Cifuentes, 2004)

El estudio se realizó en la microcuenca El Limón, ubicada en la subcuenca del Río Copán, Honduras, en el año 2005, con el objetivo de hacer un análisis socio-ambiental de la calidad del agua para consumo humano, y determinar la percepción local del uso de tecnologías apropiadas para desinfección de agua. Se hicieron análisis de laboratorio de las principales fuentes de consumo humano mediante parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del agua. Se obtuvo una recopilación del conocimiento local del uso y manejo del agua mediante una metodología participativa, información que llevó al planteamiento de alternativas y acciones sostenibles para mantener la calidad del agua para consumo dentro de los rangos permitidos por la Norma Técnica Nacional. (Clara, 2005)

Esta investigación se realizó en la comunidad indígena de Kamla en la Región Autónoma de la Costa Caribe Nicaragüense (RACCN). Se tomaron muestras en diecisiete sitios, como los abastecedores de agua. En cada sitio se valoraron los parámetros fisicoquímicos: oxígeno disuelto, pH, temperatura, turbidez, demanda bioquímica, nitratos, fosfatos, sólidos totales disueltos; despuntando dos parámetros (pH y DBO5), como los que están alterando la calidad; y, desde el punto de vista bacteriológico fueron: Coliformes fecales y Escherichia coli, datos que presentan una contaminación alta del agua examinada, según las comparaciones con la Norma Nicaragüense (NTON 09 001 99) y Norma CAPRE. (Torres & Suarez, 2017)

Según la monografía diseño de sistema de agua potable en la comunidad los Jobos, municipio de Estelí realizada en el año 2016 por Handel Ramón Zeledón Castillo, expone que la mayor parte de los habitantes de la comunidad de Los Jobos se abastecen de agua de un pozo equipado con una bomba de mecate en un buen estado que fue construido por el programa de Empresa Nicaragüense de Acueductos Alcantarillados (ENACAL) –Fondo de las Naciones Unidas para la infancia (UNICEF) en el año 1999, después de los desastres del huracán Mitch. Este pozo perforado no cumple con el parámetro según las normas CAPRE-2000 y es de bajo rendimiento de profundidad. (Castillo, 2016)

El agua que consumían los pobladores era filtrada mediante filtros de plásticos que le fueron donados en el año 2008 por las Organizaciones no Gubernamentales (ONG) dada que el agua que consumen no cumplen con el parámetro. Estos filtros se encuentran en malas condiciones físicas por el deficiente mantenimiento.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. Caracterización general del problema

Se sabe que uno de los problemas más grandes de la actualidad es la dificultad de encontrar fuentes de aguas para satisfacer nuestras necesidades en las actividades cotidianas, ya sean por su ubicación, la deforestación, aumento de temperatura, contaminación etc.

Una vez localizada el recurso otro de los factores graves son las características desconocida que se encuentran en el recurso hídrico, las cuales pueden ser un riesgo para la salud humana ya que estas pueden ser alteradas por las actividades antropogénicas o naturalmente encontradas.

La presente investigación trata sobre evaluar la calidad del agua en 6 pozos ubicados en la comunidad de Los Jobs-Estelí con fines de consumo humano, esto mediante una comparativa con las NTON 05-007-98 y las normas CAPRE que tienen como objetivo proteger la salud pública y, por consiguiente disminuir al mínimo los componentes o características en el agua que pueden representar un riesgo.

Formulación de problema:

Según los parámetros físicos, químicos y biológico de las 6 muestras de agua de los pozos en la comunidad los Jobs-Estelí en comparación a las normas CAPRE son aptas para el consumo humano.

IV. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

4.1 Pregunta general

¿Según las normas CAPRE y NTON 05-007-98 los pozos ubicados en la comunidad de Los Jobos-Estelí, cumplen con los parámetros establecidos para consumo humano?

4.1.2. Preguntas específicas

- ¿Cuántos pozos comunitarios existen dentro de la comunidad?
- ¿Cuántos pozos privados existen dentro de la comunidad?
- ¿Qué parámetros físico, químicos y biológicos de las 6 muestras de agua sobre pasan el máximo permisible según las normas CAPRE y NTON 05-007-98?
- ¿Según los parámetros establecidos por las normas CAPRE y NTON 05-007-98 las muestras de agua de los pozos, cumplen con la calidad de agua para consumo humano?

V. JUSTIFICACIÓN

La calidad del agua para consumo humano es un tema poco habitual que muchas personas pasan por alto, es necesario conocer la calidad de ella ya que en su utilización existe un gran riesgo si no se conoce su estado y componentes. No basta con obtener un análisis visual en el que aparentemente el agua se encuentre limpia sin sólidos de gran tamaño debido que en ellas se encuentran propiedades micro y macro aspecto que no son determinados tan fácilmente. Es por eso que es de nuestro interés conocer la calidad del agua que presentan los pozos que se utilizan para el consumo diario en la comunidad de Los Jobs-Estelí.

Esta investigación es de suma importancia para la comunidad ya que les brindara información acerca de este tema, el cual ellos podrán analizar este recurso proveniente de las distintas ubicaciones de los pozos en las cuales varían sus características, favorecerá a los agricultores, estudiantes de la escuela primaria y pobladores aledaños a la comunidad, además de proporcionar información para investigaciones con fines académicos con temas relacionados.

Esta investigación servirá como una herramienta, fortaleciendo la toma de decisiones para la comunidad y las respectivas instituciones de estados y ONG que tienen presencia en el territorio.

VI. OBJETIVOS

Objetivo General

- Evaluar la calidad del agua para consumo humano en 6 pozos de la comunidad de Los Jobs-Estelí.

Objetivo Específico

- Describir las condiciones socio-económicas y ambientales de la comunidad Los Jobs.
- Valorar la calidad del agua para consumo humano mediante el análisis de los parámetros físico, químico y bacteriológico según las normas CAPRE y NTON 05-007-98
- Proponer acciones para el buen uso y manejo del agua de consumo humano en la comunidad.

VII. MARCO TEÓRICO

7.1. Calidad del agua

El problema de la calidad de agua es tan importante como aquellos relativos a la escasez de la misma, sin embargo, se le han brindado menos atención. La calidad del agua se define como el conjunto de características del agua que pueden afectar su adaptabilidad a un uso específico, la relación entre esta calidad del agua y las necesidades del usuario. También la calidad del agua se puede definir por sus contenidos de sólidos y gases, ya sea que estén presentes en suspensión o en solución (Mendoza, 1996).

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

7.2. Composición del agua subterránea

La composición química del agua subterránea está determinada por las sustancias presentes en los materiales hidrogeológicos y que con facilidad se pueden disolver en el agua. La importancia de conocer su composición química radica en su aptitud para el consumo humano. Mientras tanto, la presencia de organismos está influenciada por actividades humanas que están estrechamente vinculadas al uso de los recursos naturales aledaños a las fuentes de agua. (Mendoza, 1996)

7.3. Normas CAPRE

Son normas para regular la Calidad del Agua de Consumo Humano es proteger la salud pública y por consiguiente, ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos componentes o características del agua que pueden representar un riesgo para la salud de la comunidad e inconvenientes para la preservación de los sistemas de naturales. (CAPRE, 1993)

7.4. Parámetros Químicos

Los análisis químicos constituyen uno de los principales requisitos para caracterizar el agua. Entre los contaminantes químicos, los que generan especial inquietud son los que tienen propiedades tóxicas acumulativas, como los metales pesados y las sustancias carcinógenas.

7.4.1. PH:

La cuantificación del balance de soluciones ácidas y básicas, su escala es de 0 a 14 es la condición neutra, 0 fuertemente ácida y 14 fuertemente básica. El pH del agua se encuentra entre 6 y 8.5 y varía de acuerdo con el cuerpo de agua.

La alcalinidad es la habilidad del agua a resistir a los cambios de pH por la neutralización de la entrada de un ácido. A mayor alcalinidad del cuerpo de agua, mayor capacidad de neutralizar ácidos. Cambios en este parámetro, puede ocasionar la muerte de organismos por la falta de adaptación a determinado pH. Se determina en el lugar mediante un medidor de pH, papeles o líquidos indicadores. (Simón, 2000)

7.4.2. Nitrito:

Los niveles de nitrito en el agua de grifo es probable que sean muchos más bajos que en las aguas de fuente original debido a la oxidación que ocurre durante el tratamiento del agua, en especial cuando recibe cloración. Estos representan la forma intermedia, meta estable y tóxica del nitrógeno inorgánico en el agua. Dada la secuencia de oxidación bacteriana: proteínas, amonio, nitritos, nitratos, los nitritos se convierten en importante indicador de contaminación, advirtiendo sobre una nitrificación incompleta. (Simón, 2000)

7.4.3. Dureza:

La dureza afecta tanto a las aguas domésticas como a las industriales, siendo la principal fuente de depósitos e incrustaciones en calderas, intercambiadores de calor, tuberías, etc. Por el contrario, las aguas muy blandas son agresivas y pueden

no ser indicadas para el consumo. La dureza del agua natural, es por lo general similar a la que se encuentra en el agua potable suministrada a los hogares por tuberías. Al parecer no existe pruebas fidedignas de que la dureza del agua produzca efectos nocivos en el hombre; por el contrario, se han llevado a cabo una serie de estudios cuyos resultados sugieren que la dureza del agua más bien protege contra las enfermedades. (Simón, 2000)

7.4.4. Cloruros:

El contenido en cloruros afecta la potabilidad del agua y su potencial uso agrícola e industrial. A partir de 300 ppm el agua empieza a adquirir un sabor salado. Las aguas con cloruros pueden ser muy corrosivas debido al pequeño tamaño del ion que puede penetrar la capa protectora en la interface óxido - metal y reaccionar con el hierro estructural. (Simón, 2000)

7.4.5. Nitratos:

La mayoría de los niveles más altos de nitrato se encuentran en las aguas subterráneas; los nitratos presentes en estas aguas tienden a disminuir por acción de la planta acuática. Los aumentos en los niveles de nitrato en el agua se relacionan con la aplicación de fertilizantes nitrogenados. En los sistemas de distribución los niveles en el agua de grifo suelen ser muy similares a los hallados en las aguas de fuente original. (Simón, 2000)

7.4.6. Bicarbonatos y carbonatos:

Estos iones contribuyen fundamentalmente a la alcalinidad del agua. Los carbonatos precipitan fácilmente en presencia de iones calcio. Las aguas dulces suelen contener entre 50 y 350 ppm de ión bicarbonato, y si el pH es inferior a 8,3 no hay prácticamente ión bicarbonato. (Simón, 2000)

7.4.7. Sodio:

Los niveles de sodio más elevados son los que están relacionados con el agua subterránea en aquellas áreas donde hay abundancia de depósitos minerales de sodio y donde se ha producido contaminación por filtración salina (fuentes marinas) u otra formas de contaminación, la mayoría de las personas se ven expuestas a menos de 50 mg de sodio al día al beber agua de grifo, como las sales de sodio son muy solubles virtualmente todo el sodio presente en el agua ya sea consumida en forma directa. (Simón, 2000)

7.4.8. Hierro:

La presencia de hierro puede afectar a la potabilidad del agua y, en general, es un inconveniente en las aguas industriales por dar lugar a depósitos e incrustaciones. Las condiciones de estabilidad hacen que las aguas subterráneas normalmente sólo contengan Fe^{++} disuelto. Las concentraciones de hierro en el agua potable normalmente están por debajo de los 0.3 mg/l, siendo la ingesta provenientes de los alimentos sustancialmente mayor que la proveniente del agua potable. (Simón, 2000)

7.4.9. Nitratos:

El nitrato es uno de los más frecuentes contaminantes de aguas subterráneas en áreas rurales. Debe ser controlado en el agua potable principalmente porque niveles excesivos pueden provocar metahemoglobinemia que es una enfermedad provocada por el exceso de nitratos, o “la enfermedad de los bebés azules”. El origen de los nitratos en aguas es principalmente de fertilizantes, sistemas sépticos y almacenamiento de estiércol. (Simón, 2000)

7.4.10. Arsénico:

El arsénico puede ser encontrado en ciertos suelos de forma natural. Cuando el arsénico entra en contacto con el agua este puede terminar en el agua de grifo. El arsénico es un metaloide, puede ser tóxico, es por eso que es aplicado comúnmente en el veneno de rata. La toma de grandes cantidades de agua potable por largo

tiempo que contengan arsénico puede causar problemas como cáncer en piel, vejiga, pulmón y otras enfermedades como la diabetes o hipertensión arterial (Simón, 2000)

7.5. Parámetros físicos

Son los que definen las características del agua que responden a los sentidos de la vista, del tacto, gusto y olfato como pueden ser los sólidos suspendidos, turbidez, color, sabor, olor, conductividad y resistividad. (CAPRE, 1993)

7.5.1. Sabor:

El objetivo es proveer un agua que esté libre de un sabor objetable para la mayoría de los consumidores. La manera más directa de verificar este objeto es conocer las apreciaciones de un grupo seleccionado de consumidores. Se puede recurrir a paneles de laboratorio para evaluar el sabor del agua usando una escala de categorías o mediante la evaluación del número de sabor a través del método de opción forzada.

7.5.2. Olor:

El olor en el agua potable casi invariablemente está indicando alguna forma de contaminación a la fuente de agua debido a productos de desecho comercial, pudiendo ser algunos tóxicos. El olor es producido por diferentes sustancias orgánicas o por efectos del ser humano. Es una técnica subjetiva para determinar la contaminación.

7.5.3. Turbidez:

La turbidez es la dificultad del agua para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, coloidales o muy finos, que se presentan principalmente en aguas superficiales. Son difíciles de decantar y filtrar, y pueden dar lugar a la formación de depósitos en las conducciones de agua, equipos de proceso, etc. Cuando hay una mayor turbiedad en el agua de grifo del consumidor que en el agua que ingresa en el sistema de distribución es posible que este indicando

contaminación, corrosión u otros problemas de distribución posteriores al tratamiento. Es de importancia vital que en la producción de un agua potable segura se esté usando cloro como desinfectante para que se mantenga la turbiedad baja. (Simón, 2000)

7.5.4. Color:

El color es la capacidad de absorber ciertas radiaciones del espectro visible. Existen muchas causas y por ello no podemos atribuirlo a un constituyente en exclusiva, aunque algunos colores específicos dan una idea de la causa que los provoca, sobre todo en las aguas naturales. El agua pura es bastante incolora sólo aparece como azulada en grandes espesores, el color, por sí mismo, no descalifica a un agua como potable pero la puede hacer rechazable por estética.

7.5.5. Conductividad Eléctrica:

La conductividad eléctrica es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad. Es indicativa de la materia ionizable total presente en el agua. El agua pura contribuye mínimamente a la conductividad, y en su casi totalidad es el resultado del movimiento de los iones de las impurezas presentes. La resistividad es la medida recíproca de la conductividad. (Marin, 2008)

7.5.6. Temperatura:

Las características microbiológicas del agua potable están relacionadas con la temperatura debido a su efecto en los métodos de tratamiento, especialmente la desinfección, y su efecto en el crecimiento y la supervivencia de los microorganismos.

El agua de bebida fría es preferible al agua tibia, la intensidad del sabor es mayor cuando el agua está a temperatura ambiente bajo techo y esta intensidad se ve reducida cuando el agua se enfría o se calienta. Al aumentar la temperatura aumentara también la presión de vapor de los compuestos volátiles en trazas presentes en el agua potable y puede conducir a un incremento del olor. Cuando disminuye la temperatura aumenta la viscosidad del agua y disminuye las velocidades de sedimentación y de filtración. (Marin, 2008)

7.6. Parámetros Biológicos

Miden la calidad del medio acuático, basándose en los organismos que lo habitan. Como se ha ido explicando en este apartado, los seres vivos se ven afectados por una multiplicidad de factores que son difíciles de medir y cuantificar.

7.7. Parámetros Químicos

7.7.1. Temperatura:

Es una medida del grado de calor del cuerpo del agua. Este parámetro puede incidir mucho en la calidad del agua, ya que determina otras propiedades y procesos que tienen lugar en el agua como la viscosidad, la solubilidad de los gases y de las sales, procesos fisiológicos de los organismos que provocan variaciones de su metabolismo, la proliferación de ciertos microorganismos, etc. (CAPRE, 1993)

7.7.2. Conductividad:

Es una medida de las cargas iónicas que circulan dentro del agua. Esta medida nos ofrece una información general de la concentración de sales e iones (sales disociadas) presentes en el agua. Los iones más habituales hallados en las aguas naturales son: sodio, calcio, magnesio, bicarbonato, sulfato y cloruro. Sus concentraciones presentan fuertes oscilaciones, desde bajas concentraciones en ríos de alta montaña, hasta casos de mayor concentración

7.7.3. Turbidez y materia en suspensión.

Estos dos parámetros miden la cantidad total de partículas suspendidas en el agua. La turbidez mide los sólidos en suspensión de forma indirecta a partir de la extinción de un rayo de luz incidente, conocido a través de una muestra de agua. Cuanto más turbia sea el agua, más interceptado queda el haz de luz incidente y varía la medida final de la turbidez. La medida de los sólidos en suspensión (mg/l) nos indica los sólidos retenidos después de pasar por un filtro de 45 μm . (CAPRE, 1993)

7.7.4. Dureza

Es la medida de la cantidad de cationes multivalentes (con más de una valencia) presentes en el agua. Ya que el calcio y el magnesio son los más abundantes, se puede considerar que la dureza equivale a la concentración de estos dos por litro de agua, generalmente expresado en mg/l. (CAPRE, 1993)

7.7.5. Oxígeno disuelto (OD)

Es la medida de la concentración de oxígeno en el agua, usando como referencia el 100% de saturación de oxígeno en el aire.

La cantidad de oxígeno disuelto en agua tiene una gran incidencia en el desarrollo de la vida y de muchos procesos que se dan en el medio acuático. Los organismos vivos necesitan oxígeno para mantener su metabolismo, y su captación se realiza a través de la respiración. Por este motivo, el oxígeno ha sido siempre una medida imprescindible en los estudios de la calidad del agua. (CAPRE, 1993)

7.8. Parámetros de Calidad de Agua Según Normas CAPRE

Cuadros 1. Parámetros Bacteriológicos (a)

| ORIGEN | PARÁMETRO (b) | VALOR RECOMENDADO | VALOR MÁXIMO ADMISIBLE | OBSERVACIONES |
|-----------------------------------------------|-----------------|-------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| A. Todo tipo de agua de bebida. | Coliforme Fecal | Neg | Neg | |
| B. Agua que entra al sistema de distribución. | Coliforme Fecal | Neg | Neg | En muestras no consecutivas. |
| | Coliforme Total | Neg | ≤4 | |
| C. Agua en el sistema de distribución | Coliforme Total | Neg | ≤4 | En muestras puntuales. No debe ser detectado en el 95% de las muestras anuales (C). |
| | Coliforme Fecal | Neg | Neg | |

Tabla 1 Parámetros bacteriológicos

Tabla 2 Parámetros Físicoquímicos

Cuadro 2. Parámetros Organolépticos

| PARÁMETRO | UNIDAD | VALOR RECOMENDADO | VALOR MÁXIMO ADMISIBLE |
|-----------------|-----------------|-------------------|------------------------|
| Color verdadero | mg/l (Pt-Co) | 1 | 15 |
| Turbiedad | UNT | 1 | 5 |
| Olor | Factor dilución | 0 | 2 a 12 °C 3 a 25 °C |
| Sabor | Factor dilución | 0 | 2 a 12 °C 3 a 25 °C |

Tabla 3 Parámetros Organolépticos

Cuadro 3. Parámetros Fisicoquímicos

| PARÁMETRO | UNIDAD | VALOR RECOMENDADO | VALOR MÁXIMO ADMISIBLE |
|-------------------------------|------------------------|-------------------|------------------------|
| Temperatura | °C | 18 a 30 | |
| Concentración iones hidrógeno | Valor de pH | 6.5 a 8.5 (a) | |
| Cloro Residual | mg/l | 0.5 a 1.0 (b) | (c) |
| Cloruros | mg/l | 25 | 250 |
| Conductividad | μS/cm | 400 | - |
| Dureza | mg/l CaCO ₃ | 400 | - |
| Sulfatos | mg/l | 25 | 250 |
| Aluminio | mg/l | - | 0.2 |
| Calcio | mg/l CaCO ₃ | 100 | - |
| Cobre | mg/l | 1.0 | 2.0 |
| Magnesio | mg/l CaCO ₃ | 30 | 50 |
| Sodio | mg/l | 25 | 200 |
| Potasio | mg/l | - | 10 |
| Sol. Tot. Dis. | mg/l | - | 1000 |
| Zinc | mg/l | - | 3.0 |

(a) Las aguas deben ser estabilizadas de manera que no produzcan efectos corrosivos ni incrustantes en los acueductos.

(b) Cloro residual libre.

(c) 5 mg/l con base en evidencias científicas las cuales han demostrado que este valor "residual" no afecta la salud. Por otro lado cada país deberá tomar en cuenta los aspectos económicos y organolépticos en la interpretación de este valor.

Cuadro 4. Parámetros para sustancias no deseadas

| PARÁMETRO | UNIDAD | VALOR RECOMENDADO | VALOR MÁXIMO ADMISIBLE |
|---------------------------------------|--------|-------------------|------------------------|
| Nitratos-NO ₃ ⁻ | mg/l | 25 | 50 |
| Nitritos-NO ₂ ⁻ | mg/l | | (1) |
| Amonio | mg/l | 0.05 | 0.5 |
| Hierro | mg/l | | 0.3 |
| Manganeso | mg/l | 0.01 | 0.5 |
| Fluoruro | mg/l | | 0.7-1.5 ² |
| Sulfuro de Hidrógeno | mg/l | | 0.05 |

(1) Nitritos : Valor máximo admisible 0.1 ó 3.0

Si se escoge el valor de 3.0 debe relacionarse el nitrato y nitrito por la fórmula

$$\frac{[\text{NO}_3]}{\text{V.R.NO}_3} + \frac{[\text{NO}_2]}{\text{V.R.NO}_2} < 1$$

(2) 1.5 mg/l T = 8 - 12 °C
 0.7 mg/l T = 25 - 30 °C

Nota: V.R. = Valor recomendado.

Tabla 4 Parámetros para sustancias no deseadas

Cuadro 5 Parámetros para sustancias Inorgánicas con significado para la Salud

| PARÁMETRO | UNIDAD | VALOR MÁXIMO ADMISIBLE |
|-----------|--------|------------------------|
| Arsénico | mg/l | 0.01 |
| Cadmio | mg/l | 0.05 |
| Cianuro | mg/l | 0.05 |
| Cromo | mg/l | 0.05 |
| Mercurio | mg/l | 0.001 |
| Níquel | mg/l | 0.05 |
| Plomo | mg/l | 0.01 |
| Antimonio | mg/l | 0.05 |
| Selenio | mg/l | 0.01 |

- NMP/100 ml, en caso de análisis por tubos múltiples o colonias/100 ml en el caso de análisis por el método de membranas filtrantes. El indicador bacteriológico más preciso de contaminación fecal es la *Escherichia Coli* definida en el artículo 4. La bacteria coliforme total no es un indicador aceptable de la calidad sanitaria de acueductos rurales, particularmente en áreas tropicales donde muchas bacterias sin significado sanitario se encuentran en la mayoría de acueductos sin tratamiento.
- En los análisis de control de calidad se determina la presencia de coliformes totales. En caso de detectarse una muestra positiva se procede al remuestreo y se investiga la presencia de coliforme fecal. Si el remuestreo da resultado negativo, no se toma en consideración la muestra positiva, para la valoración de calidad anual. Si el remuestreo da positivo se intensifican las actividades del programa de vigilancia sanitaria que se establezca en cada país. Las muestras adicionales, recolectadas cuando se intensifican las actividades de inspección sanitaria, no se debe ser consideradas para la valorización anual de calidad.
- En los sistemas donde se recolectan menos de 20 muestras al año el porcentaje de negatividad debe ser $\geq 90\%$.

Tabla 5 parámetros para sustancias inorgánicas con significados para la salud

Cuadro 6. Parámetros para sustancias Orgánicas con significado para la salud, excepto Plaguicidas

| PARÁMETRO | VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (Microgramos por Litro) |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Alcanos Clorados | |
| Tetracloruro de Carbono | 2 |
| Diclorometano | 20 |
| 1,2-dicloroetano | |
| 1,2-dicloroetano | 30 |
| 1.1.1 - Tricloroetano | 2000 |
| Elenos Clorados | |
| Cloruro de vinilo | 5 |
| 1,1- dicloroetano | 30 |
| 1,2- dicloroetano | 50 |
| Tricloroetano | 70 |
| Tetracloroetano | 40 |
| Hidrocarburos Aromáticos | |
| Tolueno | |
| Xilenos | 700 |
| Etilbenceno | 500 |
| Estireno | 20 |
| Benzo-alfa-pireno | 0.7 |
| Bencenos Clorados | |
| Monoclorobenceno | 300 |
| 1,2-diclorobenceno | 1000 |
| 1,3-diclorobenceno | |
| 1,4-diclorobenceno | 300 |
| Triclorobenceno | 20 |
| Otros Compuestos Orgánicos | |
| di (2-etilhexil) adipato | 80 |
| di (2-etilhexil) ftalato | 3 |
| acrilamida | 0.5 |
| Epiclorohidrina | 0.4 |
| Hexaclorobutadieno | 0.5 |
| | |
| EDTA | 200 |
| Acido nitriloacético | 200 |
| Dialkitinos | |
| Óxido de tributilestano | 2 |
| Hidrocarburos policíclicos aromáticos totales | 0.2 |
| Bifenilos policlorados totales | 0.5 |

Tabla 6 Parámetros para sustancias orgánicas con significado para la salud, excepto plaguicidas

Cuadro 7. Parámetro para Plaguicidas

| PARÁMETRO | VALOR MAXIMO ADMISIBL (Microgramos por Litro) |
|--------------------------------|--------------------------------------------------|
| Alacloro | 20 |
| Aldicarb | 10 |
| Aldrin/Dieldrin | 0.03 |
| Atracina | 2 |
| Bentazona | 30 |
| Carnofurano | 5 |
| Clordano | 0.2 |
| DDT | 2 |
| 1,2-dibromo-3,3 cloropropano | 1 |
| 2,4-D | 30 |
| 1,2-dicloropropano | 20 |
| 1,3 dicloropropano | 20 |
| Heptacloro y Heptacloroepóxido | 0.03 |
| Isoproturon | 9 |
| Lindano | 2 |
| MCPA | 2 |
| Metoxicloro | 20 |
| Metolacloro | 10 |
| Molinat | 6 |
| Pendimetalina | 20 |
| Pentaclorofenol | 9 |
| Permitrina | 20 |
| Propanil | 20 |
| Pyridad | 100 |
| Simazin | 2 |
| Trifluranilo | 20 |
| Dicloroprop | 100 |
| 2,4-DB | 100 |
| 2,4,5-T | 9 |
| Silvex | 9 |
| Mecoprop | 10 |

Tabla 7Parametro para plaguicidas

Cuadro 8. Parámetro para desinfectantes y subproductos de la desinfección

| PARÁMETRO | VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (Microgramos por Litro) |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| a- Desinfectantes | |
| Monocloramina | 4000 |
| b- Supproductos de la Desinfección | |
| Bromato | 25 |
| Clorito | 200 |
| Clorato | |
| Clorofenoles | |
| 2-clorofenol | |
| 2,4-diclorofenol | |
| 2,4,6-triclorofenol | 200 |
| formaldehído | 900 |
| Trihalometanos | |
| Bromoformo | 100 |
| Dibromoclorometano | 100 |
| Bromodiclorometano | 60 |
| Cloroformo | 200 |
| Acidos Acético Clorados | |
| Ac. monocloroacético | (a) |
| Ac. dicloroacético | 50 |
| Ac. tricloroacético | 100 |
| Tricloroacetaldehído / cloralhidrato | 10 |
| Cloropropanonas | |
| Haloacetnitrilos | |
| Dicloroacetnitrilo | 90 |
| Dibromoacetnitrilo | 100 |
| Bromocloroacetnitrilo | |
| Tricloroacetnitrilo | 1 |
| Cloruro de cianógeno (como CN ⁻) | 70 |

(a) Falta de datos adecuados para recomendar un valor guía

Tabla 8 Parámetros para desinfectantes y subproductos de la desinfección

7.9. Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense 05-007-9811 (NTON)

Son pautas de obligatorio cumplimiento para el buen desarrollo y aplicación en los diseños urbanos. Esta norma establece los parámetros para determinar los niveles de calidad exigibles de los cuerpos de agua (lagos, lagunas, lagos artificiales, manantiales, ríos, aguas subterráneas, estuarios y mares), de acuerdo con los usos a los cuales se destinen. (NTON, 2000)

Con el objeto de determinar la capacidad y condiciones del aprovechamiento de los recursos hidráulicos y los niveles y calidad de vertimientos tolerables para cada cuerpo de agua, se establecen seis tipos de cuerpos de agua:

Tipo 1 son aguas destinadas al uso doméstico y al uso industrial que requiera de agua potable, siempre que ésta forme parte de un producto o sub-producto destinado al consumo humano o que entre en contacto con él. Las aguas de este Tipo se desagregan en dos categorías:

Categoría 1-A son aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes.

Categoría 1-B son aguas que pueden ser acondicionadas por medio de tratamientos convencionales de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y/o cloración.

3.1.1 Aguas Tipo 1

| Parámetro | Límite o rango máximo | |
|-------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | Categoría 1 A | Categoría 1 B |
| Oxígeno disuelto (OD) | > 4.0 mg/l ^(*) | > 4.0 mg/l ^(*) |
| Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅ , 20) | 2.0 mg/l | 5.0 mg/l |
| pH | mín. 6.0 y máx. 8.5 | mín. 6.0 y máx. 8.5 |
| Color real | < 15 U Pt-Co | < 150 U Pt-Co |
| Turbiedad | < 5 UNT | < 250 UNT |
| Fluoruros | mín 0.7 y máx. 1.5 | < 1.7 mg/l |
| Hierro Total | 0.3 mg/l | 3 mg/l |
| Mercurio Total | 0.001 mg/l | 0.01 mg/l |
| Plomo Total | 0.01 mg/l | 0.05 mg/l |
| Sólidos Totales disueltos | 1000 mg/l | 1500 mg/l |
| Sulfatos | 250 mg/l | 400 mg/l |
| Zinc | 3 mg/l | 5 mg/l |
| Cloruros | 250 mg/l | 600 mg/l |
| Organismos Colif. Totales | (**) | (***) |

Tabla 9 NTON 05-007-98

Categorías 1A y 1B (Continuación)

(*) También puede ser expresado como porcentaje de saturación y debe ser mayor de 50%.
 (**) Promedio mensual menor de 2000 NMP por cada 100 ml.
 (***) Promedio mensual menor de 10000 NMP por cada 100 ml.

| Parámetro | Límite o rango máximo |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| Aluminio | 1.0 mg/l |
| Arsénico total | 0.05 mg/l |
| Bario total | 1.0 mg/l |
| Boro | 0.75 mg/l |
| Cadmio | 0.005 mg/l |
| Cianuro | 0.2 mg/l |
| Cobre | 0.2 mg/l |
| Cromo total | 0.05 mg/l |
| Hierro total | 1.0 mg/l |
| Litio | 5.0 mg/l |
| Manganeso total | 0.5 mg/l |
| Mercurio | 0.01 mg/l |
| Molibdeno | 0.005 mg/l |
| Níquel | 0.5 mg/l |
| Plata | 0.05 mg/l |
| Plomo | 0.05 mg/l |
| Selenio | 0.01 mg/l |
| Sodio | 200 mg/l |
| Sólidos disueltos totales | 3000 mg/l |
| Sólidos flotantes | Ausentes |
| Vanadio | 10.0 mg/l |
| Zinc | 5.0 mg/l |
| Organofosforados y Carbamatos | 0.1 mg/l |
| Organoclorados | 0.2 mg/l |
| Actividad α | max. 0.1 becquerelio por litro (Bq/l) |
| Actividad β | max. 1.0 becquerelio por litro (Bq/l) |

Tabla 10NTON 05-007-98

7.10. Estudio socioeconómico

Un estudio consiste en una entrevista a profundidad aplicando un cuestionario diseñado expresamente para los aspectos que se quieren conocer.

Es de vital importancia realizar dicho estudio porque esta proporciona información relevante en tomo a los aspectos de la comunidad.

7.11. Levantamiento topográfico

Se define como el conjunto de operaciones ejecutadas sobre un terreno con los instrumentos adecuados para poder confeccionar una correcta representación gráfica o plano.

Este plano resulta esencial para situar correctamente cualquier obra que desee llevar a cabo, así como para elaborar cualquier proyecto técnico. Si se desea conocer la posición de los puntos en el área de interés.

7.12. Fuentes de abastecimiento

Las fuentes de abastecimiento deben ser básicamente permanentes y suficientes, ya que deben producir agua en cantidad y calidad suficiente para abastecer a la población que desea servir.

En cuanto a su presentación en la naturaleza, puede ser fuente superficial (ríos, lagos, arroyo) o subterráneas (acuíferos). La captación de aguas de fuentes superficial sean ríos, lagos o arroyos deben llevar obras de captación adaptadas a las condiciones y características del agua.

VIII. HIPÓTESIS

- Los parámetros físicos, químicos y biológico de las 6 muestras de agua de los pozos en la comunidad los Jobs-Estelí en comparación a las normas CAPRE y NTON 05-007-98 son aptas para el consumo humano.
- Los parámetros físicos, químicos y biológicos de las muestras de agua de los pozos en la comunidad los Jobs-Estelí en comparación a las normas CAPRE y NTON 05-007-98 no son aptas para el consumo humano.

IX. CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

| Objetivos. | Variable | Concepto | Sub-variables | Indicadores | Instrumento | Fuente |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| •Describir las condiciones socio-económicas y ambientales de la comunidad Los Jobs. | Condiciones | Conjunto de circunstancias que determinan el estado de una o más personas o una cosa (Oxford) | socio-económicas | Número de Habitantes Número de viviendas Actividades económicas | Entrevistas Encuestas Guía de observación | Pobladores de la comunidad los jobs |
| | | | Ambientales | Calidad de los recursos naturales | | |
| •Valorar la calidad del agua para consumo humano mediante el análisis de los parámetros físico, | Parámetros | Un parámetro es un elemento de un sistema que permite clasificarlo y poder evaluar algunas de sus características | Parámetros Químicos | -PH -Dureza -Calcio -Cloruros -Alcalinidad -Hierro -Sulfatos -Nitritos -Nitratos -Flúor | Análisis en laboratorio | Laboratorio en la empresa Nicaragüense de acueducto y alcantarillados Sanitario ENACAL |

| Objetivos. | Variable | Concepto | Sub-variables | Indicadores | Instrumento | Fuente |
|-------------------------------------------------------------------|----------|----------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------|
| químico y bacteriológico, según las normas CAPRE y NTON 05-007-98 | | | | -Arsénico | | |
| | | | Parámetros físicos | -color -olor -sabor -turbidez - temperatura - Cloro residual libre | | |
| | | | Parámetros biológicos | - Coliformes fecales | | |

| Objetivos. | Variable | Concepto | Sub-variables | Indicadores | Instrumento | Fuente |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------|
| <p>Proponer acciones para el buen uso y manejo del agua de consumo humano en la comunidad</p> | <p>Acciones</p> | <p>Persona, animal o cosa (material o inmaterial) está haciendo algo, está actuando, lo que normalmente implica movimiento o cambio de estado o situación y afecta o influye en una persona, animal o cosa.</p> | <p>Uso y manejo</p> | <p>Actividades realizadas: domésticas, industriales y agrícolas</p> | <p>Entrevistas Encuestas</p> | <p>Pobladores de la comunidad de los Jobs</p> |

X. DISEÑO METODOLÓGICO

Tipo de investigación

Se caracteriza por ser una investigación de campo con enfoque mixto por las variables que se analizan, debido que es de gran interés para la población que habita en la comunidad.

Área del conocimiento: Ciencias Naturales y Exactas.

Línea: CNE-1 Manejo y conservación de RRNN, Gestión Integral y Educación Ambiental.

Sublínea: CNE-1.2: Gestión integral y educación ambiental.

Área de estudio

La comunidad “Los Jobos” pertenece al municipio de Estelí, departamento de Estelí. Se localiza a 4.0 km. al Sur de la ciudad de Estelí, en el km. 146 sobre la carretera panamericana, en este punto se continua 2 Km. Se tiene acceso en vehículo de todo tipo en cualquier época del año. Se localiza en las coordenadas 57°06’89” E y 14°43’49”4N, a una altura promedio de 896 m.s.n.m. Las características climáticas del municipio son variables por las condiciones diversas de la zona. La temperatura oscila entre 23°C y 27°C en el valle de Estelí. La precipitación pluvial promedio anual es de 825 milímetros. En general el clima del municipio según KOOPEN es templado seco por ser una zona sujeta a la sequía.

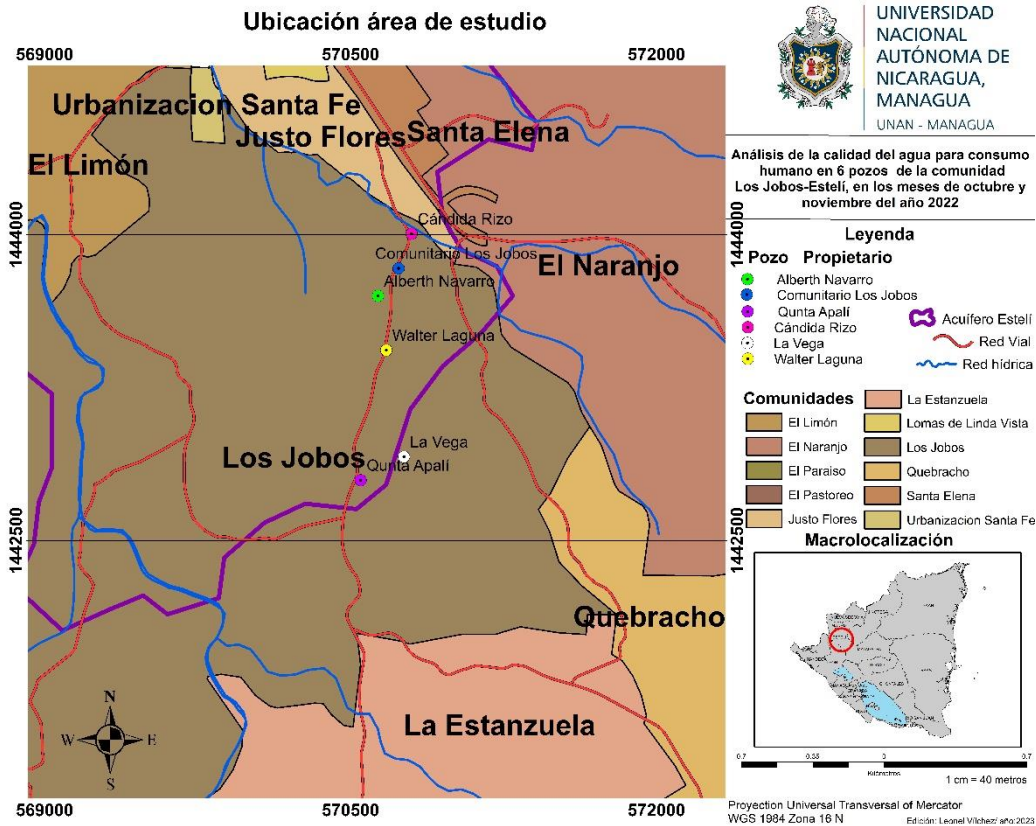


Ilustración 1 Ubicación área de estudio

Aspectos Biofísico

Clima

Su clima es templado, la temperatura promedio anual oscila entre 17 y 24 grados centígrados, con precipitaciones entre 1000 y 1800 milímetros. (Castillo, 2016)

Demografía

La población del municipio de Estelí es de 125,484 habitantes con una densidad de 128 hab/km². La densidad en el área Urbana es de 2,740 hab/km² y en el área rural es de 28 hab/km². En el área urbana, los barrios del distrito 3 son más densamente poblados es la de Santa Cruz con promedio de 120 hab/ km². La subzona con menor densidad de población es la de la Tunosa con una densidad de 8 hab/km².

El 80% de la población se concentra en el área urbana lo que nos refleja un alto porcentaje de urbanización. Las inmigraciones provenientes de las comarcas aledañas y de otros municipios del país han proporcionado esta situación. Con la actual tasa de crecimiento, se calcula que la población municipal se duplicará para el año 2020. (Castillo, 2016)

La comunidad de Los Jobos cuenta con una población de 255 personas según un censo que realizó el ministerio de salud (MINSa). Y con un área de 12.68km² y un perímetro de 21.5km.

La población es poca, ya que es una comunidad de 111 casas donde cada productor tiene alrededor de 10 mzs de sistemas de agricultura y ganadería.

Aspectos Ambientales

Amenazas Naturales

Una de las amenazas más de notables es el relieve de la zona, ya que la comunidad se encuentra ubicada en las faldas del cerro Quebracho provocando amenazas de deslizamientos, derrumbes entre otros. Estos pueden provocar daños materiales y en algunos casos pérdidas humanas.

Otra es la basura ya que el servicio de los camiones recolectores se tarda en llegar y esta se va acumulando por días y hasta semana. Otra amenaza es la crecida del río perjudicando el paso a las personas que están ubicadas al otro lado. (Castellon, Arauz, & Peña, 2020)

Área Geográfica

La comunidad de Los Jobos se asienta en la parte sur del extenso valle del municipio de Estelí; presentando un declive con dirección sur-norte con elevaciones que varían desde los 900-1070 metros de altura sobre el nivel del mar, destacándose la altura del cerro El Quebracho de 1170 metros sobre el nivel del mar ubicado en la parte sur-este de la comunidad. (Castellón, Arauz, & Peña, 2020).

La comunidad de Los Jobos se encuentra a 1 km. De la cabecera departamental de Estelí.

Sus límites son: al norte hospital san juan de Dios, al sur Estanzuela, al oeste la comunidad El Limón, al este la comunidad las Calabazas. La topografía del terreno es irregular con pendientes variables.

Aspectos Culturales

El secretario político se comunica con la líder de la comunidad para hacer gestiones a las organizaciones como la alcaldía para resolver cualquier necesidad que se esté presentando en la comunidad, además los líderes que tiene dicha comunidad son personas muy responsables y respetadas por la misma y tienen la capacidad de reunir a la comunidad para resolver cualquier problema que se esté presentando, ya sea ambiental o social. (Castellon, Arauz, & Peña, 2020)

Además la comunidad cuenta con un comité de agua potable siendo Don Celso Raudez que es el líder y Doña Rosa Halls consejal de la comunidad, ellos son los responsables de operar las soluciones de ingeniería y abastecer a la población rural del servicio de agua potable en cantidad, calidad y continuidad.

Red Hídrica De La Comunidad De Los Jobs

Topográficamente, la Región Central se caracteriza por su relieve montañoso, accidentado y por construir la parte más alta del macizo montañoso, en ella se localizan la cabecera de numerosos y caudalosos ríos que drenan principalmente hacia el Mar Caribe, el Océano Pacífico de Nicaragua y Honduras.

Los ríos más importantes son los tributarios del Río Coco, Río Viejo, Río Estero Real, por su naturaleza estos ríos de tierras altas, se caracterizan por tener altas pendientes y normalmente son ríos torrenciales, unos permanentes y otros efímeros.

La comunidad Los Jobs cuenta con sistema hidrográfico está representado por el Río Estelí que recorre el territorio de Sur a Noreste, encontrándose a su paso con ramificaciones menores que cubren gran parte del municipio, en su recorrido forma el Salto de la Estanzuela, que representa uno de los atractivos turísticos más importantes con que cuenta el municipio. (Castellon, Arauz, & Peña, 2020)

La red hídrica Los Jobs está localizada aproximadamente a unos 500mts en la parte baja de dicha comunidad.

Hidrología

El principal factor que afecta las corrientes de los ríos de las zonas, es la inadecuada utilización de los suelos con respecto al uso potencial de los mismos, estos son de vocación forestal y están siendo intervenidos por actividades agropecuarias, afectando el comportamiento



Ilustración 2 Red Hídrica De Los Jobs

hidrológico tanto en la infiltración, el escurrimiento como en la recarga del agua subterránea.

La comunidad de los Jobsos actualmente ya existe un sistema de PPBM (Pozo perforado con bomba manual) el cual brinda servicio de agua potable a 111 viviendas y 255 habitantes.

La obtención de agua de la comunidad actualmente ya cuenta con servicios de agua potable proyecto ejercido por ENACAL; sin embargo, en años atrás el agua la tomaban de un ojo de agua y un pozo (320 pie de profundidad y 2 m de espejo de agua) construido con apoyo de COSUDE. (Castellón, Arauz, & Peña, 2020)

Suelo

Estos por lo general presentan un estado pedregoso, con la excepción de los valles y terrazas situadas al norte de la meseta, se han formado suelos aluviales que permiten el asidero de los pastos o una agricultura de baja labranza y suelos ácidos derivados de ignimbritas donde crecen rodales de pinos. En general los suelos de la Microcuenca Estanzuela presentan dos órdenes molisol y alfisol. Siendo de textura en la superficie Franco Arcillosa y en el subsuelo es franco arcillosa y arcillosa, el drenaje interno es bueno, así como el grado de estructura (Valladares & Lopez, 2004)

Los suelos de la comunidad deben su origen y evolución a la acción e influencia combinada de los factores de formación de los suelos: el clima, el relieve, la roca madre o material de origen, vegetación y organismos vivos o muertos, los cuales actúan en el tiempo. En esta interacción también actúan procesos de información los que les imprimen los suelos sus propiedades y características físicas, químicas y biológicas. Esta sobre rocas volcánicas del Plioceno, Mioceno, Terciario, formando terrenos altos que presentan mesetas.

La altura de la reserva es de 1550 msnm, predominando los terrenos escarpados. Es la zona del nacimiento del río Estelí.

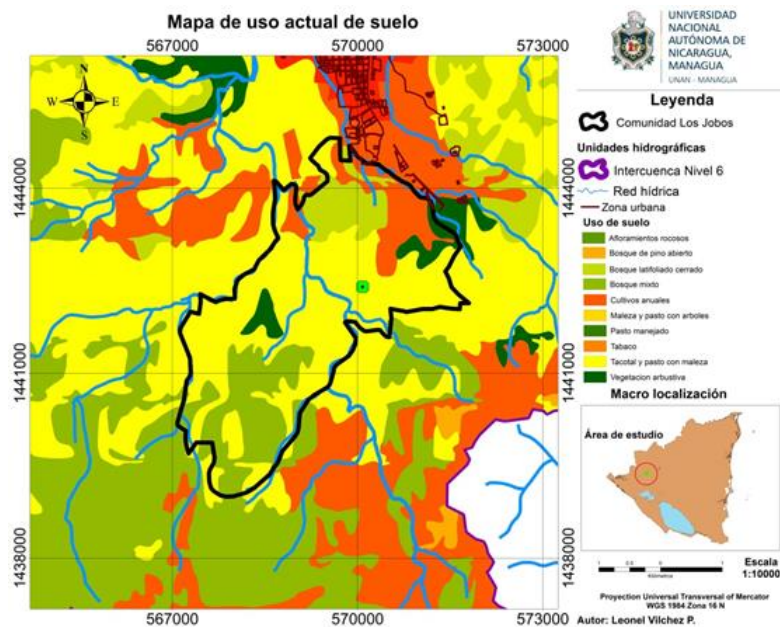


Ilustración 3 Mapa de uso actual de suelo

Bosque

El bosque tropical seco en la región norte de Nicaragua ha sufrido gran deterioro, debido a la tala para el establecimiento de áreas maizca para el cultivo de granos básicos y pasto principalmente, quedando solamente pequeños reductos o árboles dispersos propios de este tipo de vegetación (Benavidez & Toruño, 2012).

Los bosques son ecosistemas imprescindibles para la vida. Son el hábitat de multitud de seres vivos, regulan el agua, conservar el suelo y atmosfera y suministran multitud de productos útiles (Ecosistema en peligro).

SUJETOS PARTICIPANTES

Se aplicó un muestreo teórico por ser una investigación de enfoque mixto ya que posee la necesidad de conocer el estado de calidad del agua de los diferentes pozos, como también es una investigación con fines de ayuda social a la población ubicada en la comunidad de los jobsos.

Muestreo por conveniencia:

Es una técnica de muestreo no probabilístico y no aleatorio utilizada para crear muestras de acuerdo a la facilidad de acceso, en la cual nuestra muestra son 6 pozos a analizar que corresponde al 100% de las muestras. Este método permite ahorrar costos en recolección de datos y reunir la información en un menor tiempo en relación a otros tipos de muestreos, el cual es útil para caso iniciales o pilotos.

Métodos, técnicas e instrumentos de recopilación de datos

A fin de recopilar los datos sobre la situación existente en la comunidad, se utilizaron las siguientes técnicas tales como revisión documental, observación, entrevista y encuesta. (Instrumentos en anexos)

- ❖ **Revisión documental:** Para este proceso se revisaron varios documentos de diagnósticos realizados en la comunidad Los Jobsos-Estelí para Identificar los pozos comunitarios y privados.
- ❖ **Observación:** se logró una familiarización con el área de estudio a través de las visitas, donde se realizó recorrido por la comunidad, esto con el fin de lograr un reconocimiento total de las fuentes que cuenta la comunidad, así como su vegetación, infraestructura y condiciones ambientales.
- ❖ **Entrevista:** dirigida a informantes claves de la comunidad Los Jobsos, donde se realizó la caracterización ambiental, con el fin de obtener información de la problemática que se pueden presentar. De igual manera

obtener información objetiva y precisa de la situación actual de los pozos comunitarios y privados.

- ❖ **Encuesta:** Dirigida a una muestra de la comunidad de Los Jobs, para obtener información de la problemática de los recursos y el uso que se les dan a las fuentes, la comunidad cuenta con una población de 255 personas y 111 vivienda, se hizo un muestreo aleatorio simple, tomando una muestra finita.

Etapas de la investigación

Primera etapa

En esta primera etapa se elaboró el documento guía metodológica para la evaluación de los parámetros físicos, químicos y biológicos según las normas CAPRE y NTON 05-007-98, en pozos comunitarios o privados que se utilice para el consumo humano en la comunidad Los Jobs- Estelí.

Segunda Etapa

Exploración y observación directa en el área de estudio

Consistió en visitas que se realizaron al inicio del estudio a los diferentes sitios, con el propósito de reconocer y familiarizarse con el área de estudio. Se realizaron recorridos exploratorios por diferentes lugares de interés, con el fin de recopilar información que contribuyera a establecer las pautas a seguir, para lograr los objetivos planteados.



Ilustración 4 Aplicación de Entrevistas

Se reunió con los representantes claves de la comunidad, con el fin de dar a conocer el estudio que se realizaría, que a la vez facilitó la identificación de los actores claves de la comunidad Los Jobs quienes apoyaron en el acceso de la información.

Recopilación de información en campo

Se realizó diferentes actividades que permitirán la obtención de la información directamente en el área de estudio, como: la georreferenciación de puntos de interés; la verificación en campo de información consultada; aplicación de diferentes entrevistas formales e informales a los pobladores y otros actores claves y aplicación de encuestas, con el fin de recaudar información sobre los aspectos importantes para dicha investigación.



Ilustración 5 Entrevista a la consejal de la comunidad

También, se realizó recorridos por diferentes sitios en la unidad hidrográfica, con el fin de identificar y verificar: los usos actuales del suelo. Se tomaron las muestras in situ para ser analizadas posteriormente en el laboratorio de la empresa Nicaragüense de acueducto y alcantarillados Sanitario ENACAL.

Tercera etapa

Procesamiento y análisis de la información

Para el análisis de las encuestas realizadas se hizo el procesamiento de la información en una base de datos en SPSS ESTADÍSTICAS 22 para obtener mejores resultados a la hora de interpretarlos.



Ilustración 6 Análisis en campo

Para los análisis físicos, químico y bacteriológicos estos se hicieron en el laboratorio de ENACAL- ESTELI, luego se hizo una base de datos en Excel previamente formulado para realizar sus respectivos balances iónicos.

Cuarta Etapa De Procedimientos De Análisis Físico, Químico Y Bacteriológico.

MUESTREO:

Las muestras de agua se tomaron en 6 distintos puntos de la zona de estudio adicionalmente se realizó monitoreo in situ de parámetros físico, las pruebas comprendieron la determinación de: Turbidez, PH, conductividad eléctrica y temperatura.

Para el monitoreo de agua de pozos se seleccionaron parámetros físico, químicos y bacteriológicos, por ser estos muy importantes para determinar su aptitud para el consumo humano. Los resultados obtenidos fueron comparados con los límites establecidos por las normas CAPRE y NTON 05-007-98.

Para el análisis de Arsénico y Hierro en laboratorio, fue necesario estabilizar las muestras con Óxido Nitroso (NOx), utilizando 8 ml por galón de agua. Para el análisis de los demás parámetros se recolectaron muestras de un galón de agua (en recipiente plástico); las cuales se introdujeron en un termo con hielo para ser trasladadas al laboratorio. Los recipientes utilizados fueron enjuagados en varias ocasiones con el agua de pozo para homogeneizarlos.

Una vez realizado el trabajo de campo, las muestras de agua fueron llevadas al laboratorio de ENACAL para el análisis de los parámetros tanto físico, químico como biológicos.

ANÁLISIS FÍSICO y QUÍMICOS:

Se tomaron una muestra simple de agua, para lo cual fueron utilizados envases plásticos de 1 galón limpios.

ALCALINIDAD

Indicadores a utilizar

- Fenolftaleína en solución alcohólica al 5%, pesar 5 gramos de Fenolftaleína y se disuelve en 500ml de etanol y 500 ml de agua destilada.
- Indicador mixto se pesa 0.02 gramos de rojo de metilo y 0.1 gramos de verde bromocresol y se lleva a 100 ml con alcohol etílico al 95%. Esto nos da las coloraciones: azul verde con un PH de 5.2, azul espliego PH de 5, rosa gris pH de 4.8 y rosa claro con pH de 4.6.

Procedimiento de análisis

- Medir 50 ml de muestra usando una pipeta volumétrica, agregar de 2 a 3 gotas de fenolftaleína, se desarrolla un color rosa esta se titula con Ácido sulfúrico H_2SO_4 al 0.002 N hasta que la solución sea incolora (se anota el volumen gastado de titulante).
- Se Añade de 2 a 3 gotas de indicador mixto y seguir titulando con H_2SO_4 al 0.002 N hasta que este entre el tono gris y rosa (anotar el volumen gastado)

CLORUROS

Procedimiento

- Se toma 50 ml de muestra usando una pipeta volumétrica, esta se titula con $AgNO_3$ (nitrato de plata) usando 0.5 ml como indicador dicromato de potasio (CrO_4) hasta un punto final amarillo rosado (color zapote) el cual debe aplicarse en los análisis realizados. Siempre se hace un blanco (agua destilada).

DUREZA TOTAL

- Se toma 50 ml de muestra y se agrega entre 1 y 2 ml de bufer para ajustar el pH entre 10 y 0.1.
- Se agrega entre 1 o 2 gotas de disolución ericromo negro T, se titula poco a poco con EDTA (etilendiaminotetracetato disodico trihidrato), hasta que esta gire a un color azul.

Nota: En caso que se conozca que el agua tiene valore bajo de dureza, se recomienda usar volúmenes mayores.

CALCIO

- Se mide 50 ml de muestra con una pipeta volumétrica
- Se agrega 2 gotas de NaOH 1 N (Hidróxido de sodio) para ajustar el PH entre 12 y 13.
- Se agrega 0.1 a 0.2 g de la mezcla de indicador murexida (de 2 a 3 gotas)
- Se titula con EDTA (etilendiaminotetracetato disodico trihidrato) se agita continuamente hasta que cambie de color rosa a purpura.

MAGNESIO

El magnesio se calculó como diferencia entre la dureza y el calcio como CaCo_3 , si los metales que interfieren están presentes en concentraciones mínimas en la titulación del calcio.

SULFUROS

Se disuelve 2 g KI de solución de yodo en agua libre en un Erlenmeyer con 100 a 150 ml de agua. Agregar 1ml de ácido sulfúrico H_2SO_4 y 20 ml de solución de bioyodato. Diluir a 200ml y se titula con yodo liberado con titulante de tiosulfato, agregando solución de almidón al punto de vire, cuando se forme un color amarillo pálido.

-
- Medir desde una bureta en un balón de 500 ml una cantidad de solución de yodo estimado a exceder la cantidad de sulfuros presentes.
 - Se agrega agua destilada, si es necesario, para completar el volumen de 20 ml y agregar 2 ml de HCl (ácido clorhídrico).
 - Pipetear 200ml de muestra en un balón descargando la muestra bajo la superficie de la solución. Si el color del yodo desaparece, se agrega más yodo hasta que el color se mantenga.

SULFATOS

Los equipos utilizados fueron un agitador magnético, este se usa a velocidad constante, asimismo los magnetos deben ser de igual tamaño y forma, espectrofotómetro para usarlo a 420 nm, un cronometro y una cuchara con capacidad de 0.2 a 0.3 ml.

Procedimientos

- Medir 100 ml de muestra clara y verterlo en un Erlenmeyer de 125 ml
- Introducir el magneto y mantener agitación constante, luego agregar 20 ml de bufer (ya sea rango bajo o alto) y seguidamente con una cucharita de cloruro de bario. Mezclar por 1 minuto, tras finalizar el periodo de agitación, se vierte la solución en la celda del espectrofotómetro y se mide la turbidez después de 5 a ± 0.5 minutos.
- Para las muestras que excedan el límite de absorbancia del rango alto, se procede a diluir la muestra de tal manera que esta permita obtener una absorbancia dentro del rango establecido en el método.

HIERRO TOTAL

Se utilizó un espectrofotómetro para usarse a 510 nm.

Procedimiento

- Medir 50 ml de muestra y verterlos en un Erlenmeyer de 125 ml.
-

-
- Agregar 2 ml de ácido clorhídrico HCl, y 1 ml de hidroxilamina al 10 %.
 - Proceder a digerir la muestra hasta reducir el volumen original a 20ml. Para muestras muy coloreadas o con mucha materia orgánica, se deben evaporar completamente y luego acidificarlas en aproximadamente 10 ml de agua destilada.
 - Dejar enfriar la muestra de hasta que adquiera la temperatura ambiente.
 - Proceder a verter 10 ml de solución bufer y 4 ml de fenantrolina. Aforar con agua destilada a 50 ml y agitar por inversión repetida.
 - Dar 15 minutos para el desarrollo del color.
 - Leer en el método 265 de espectrofotómetro HACH con una longitud de onda de 510 nm.
 - Se debe correr siempre un blanco de reactivos.

FLÚOR (MÉTODO DE SPANDS)

El equipo a utilizar es un espectrofotómetro

Procedimiento

- Correr un blanco con solución de referencia antes de leer los estándares y las muestras, así se fijan el valor de absorbancia a 0 mg/l de flúor.
- Medir 50 ml de estándar usando una pipeta volumétrica, agregar luego 10 ml de reactivos combinados y agitar suave mente.
- Las muestras deben tratarse de igual forma que los estándares. Se debe tener especial cuidado en la temperatura de las muestras.

NITRITOS

Equipos

1. Espectrofotómetro para ser usado 543 mm.
2. Beakers de 50 ml

Procedimiento

- Agregar 2 ml de colorante a 50 ml de muestra clara.
- Medir la absorbancia a 543 ml, entre 10 mnt y 2 horas después de añadir el reactivo a las muestras.
- Observaciones no usar nunca la conservación asida en las muestras. destinadas a análisis de nitritos.

NITRATOS

Procedimiento tradicional

- Colocar en un beaker de 50 ml de capacidad, 10 ml de ácido sulfúrico.
- Colocar en otro beaker de 50 ml de muestra y adicionar 1 ml de brucina-sulfanilico agitar para tener un buen mesclado.
- Dejar reposar durante 10 mnt.

PH

Equipos

- PH metro: modelo 320 CORNING.
- Electrodo 3 en 1 este se suministra con el equipo anterior.

Procedimiento

- Antes de usar el electrodo, retirarlo de la solución en la que estaba almacenada lavar y secarlo con un papel suave.
- Sumergir los electrodos, registrar el valor de PH.
- Retirar los electrodos lavarlos y secarlos.

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

Equipos

- Conductivimetro digital se recomienda el modelo 1054 VWR.
- celdas de conductivimetro.

Procedimiento

- Enjuague las celdas con 1 o más porciones de muestras.
- Verificar la lectura de equipo y anotar su valor.

POTASIO

Equipo

- PH metro.
- Electrodo.
- Electrodo sensor de potasio.
- Agitador Corning PC 320.
- Magnetos.

Procedimiento

- Medir 100 ml de estándar más bajo con una pipeta volumétrica, verterlo en beaker, aplicar agitación constante y a baja revolución, agregar 2 ml de cloruro de sodio, registrar la lectura.
- Ante de cada lectura enjuagar la punta de los electrodos con agua destilada y secar con un paño. Las muestras deben ser tratadas de la misma forma.

SODIO

Equipo

- PH metro digital.
- Electrodo de combinación de sodio código CORNIN 476138.
- Agitador otros magnetos

Procedimiento

- Medir 100 ml con una pipeta volumétrica, verterlo en un beaker, aplicar agitación constante agregar 2 ml de bufer de trietanolamina 0.5, registrar la lectura.
- Antes de cada lectura los electrodos deben enjuagarse con agua destilada.

TURBIEDAD

Equipo: turbidimetro se sugiere el turbidimetro HACH 2100N.

Procedimientos

- Medidas de turbidez menores a 40 NTU: agitar completamente la muestra, esperar hasta que las burbujas de aire desaparezcan y verter la muestra en un tubo de turbidimetro. Lea la turbidez directamente en la escala del instrumento.
 - Medida de turbidez mayor a 40 NTU: diluir la muestra con uno o más volúmenes de agua libre de turbidez hasta que este valor caiga entre 30 y 40 NTU. Comprobar la turbidez de la muestra original a partir de la muestra diluida y el factor de dilución.

MUESTRAS PARA A ANÁLISIS BACTERIOLÓGICAS

Se tomaron una muestra de 250 ml para las mediciones bacteriológicas, utilizando frascos completamente estériles. Se utilizó el medio más rápido para transporte de las muestras, debidamente rotuladas ya que el método estándar en uso solo permite seis horas de envase. Se mantuvieron en la hielera a una temperatura de 5 °C esto para evitar la multiplicación de bacterias y gérmenes.

Todas las muestras se les agregó un formulario con información acerca de la procedencia, dirección exacta donde se tomó la muestra, día mes y hora exacta del envasado en el momento de la toma y hora de llegada al laboratorio.



Ilustración 7 Análisis bacteriológico

COLIFORMES FECALES

Equipo: Campana Bacteriológica modelo

TESTAR MINI- H y Horno bacteriológico modelo 133000.

Para preparar 1 litro de medio cultivo se debe de pesar lo siguiente.

- 71.2 gr de lauril sulfato (BBL)
- 14 gr de agar técnico #3
- 0.2 gr de rojo fenol
- Placas Petri de 60 mm x 15 mm de vidrio autoclavable de fondo plano.
- Frascos para la toma de muestras especialmente de vidrio no corrosivo.

Mezclar en un balón aforado a 1 litro con agua destilada, esterilizar por 15 minutos 121 °C dejar enfriar a 45 °C y verter en placas Petri aproximadamente 3 ml de medio de cultivo y refrigerar.

Procedimientos

- Se esteriliza el sistema de filtración adicionando 1 ml de etanol y flameando en el mechero.
- Se coloca el filtro de membrana sobre la placa filtrante y se procede a filtrar 100 ml de muestra.
- Con la pinza se toma la membrana y se coloca sobre la placa Petri con medio de cultivo y se incuba a 44 °C por 24 horas.
- Luego de las 24 horas se cuentan los puntos y se reportan como número de colonias fecales/ 100 ml.

BALANCE DE ANIONES Y CATIONES

Este porcentaje de balance iónico no debe de exceder del 10%, se puede aceptar valores en caso que exista sospecha de factores que interfieren en la neutralidad eléctrica del agua que se está examinando. Por ejemplo, aguas que están muy aireadas pueden sufrir este tipo de perturbaciones originando que el porcentaje no encaja dentro de los límites que se han definido.

Normalmente, el balance iónico es más adecuado implementarlo en fuentes subterráneas en vez de las fuentes superficiales, por cuanto estas últimas presentan diversos químicos que tal vez no se consideran en un análisis completo. Para poder realizar el balance iónico se deben efectuar por los menos los siguientes parámetros: aniones, bicarbonatos, carbonatos, cloruros, sulfatos, nitratos, cationes, sodio, calcio, magnesio y potasio.

XI. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

RESULTADO 1

11.1. Caracterización De La Comunidad Los Jobos Estelí

11.1.1. Religión

En la comunidad existen religiones tales como: católicas y evangélicas teniendo cada religión sus templos respectivos

Religiosamente la comunidad cuenta con una iglesia evangélica donde una mínima parte de la población la cual esta congregada ahí, pero la mayor parte de la comunidad pertenecen al catolicismo, ellos cuentan con una iglesia donde pueden reunirse.

En la comunidad cuentan con sus tradiciones como la purísima y el día de la cruz, además en dicha comunidad está presente un idioma que es el Miskito (Cosejal de la comunidad Rosa Halls).

11.1.2. Salud

La comunidad de Los Jobos vive a tan solo 2 km $\frac{1}{2}$ del Hospital San Juan de Dios, los pobladores de esta comunidad cuentan con las brigadas médicas una vez al mes. En cuanto a los medicamentos los ciudadanos planteaban que en el hospital era gratuito y otras veces lo tenían que costear.

Según doña Rosa Halls concejal de la comunidad llegan médicos a dar capacitación que está dirigida a brigadistas voluntarios/as y parteras de las comunidades que de una u otra manera dan respuesta a parte de las necesidades de salud. También se propone que se le brinde atención a la población que en el campo no tiene la atención necesaria, como es el caso de los discapacitados. (Castellon, Arauz, & Peña, 2020)

11.1.3. Educación

La comunidad de Los Jobsos cuenta con un centro de educación primaria para brindarles una mejor educación a todos aquellos niños y de esa forma salir adelante; y erradicar el analfabetismo en dicha comunidad. Esto está considerado como uno de los proyectos de mucha importancia ya que no solo está erradicando el analfabetismo, sino que también proporciona mejores oportunidades que a plazo de futuro impulsarán mejoras de vida en la comunidad, además obtendrá un mejor estatus de vida. El centro educativo tiene dos maestras para darles mejor atención a los estudiantes.

El centro de educación queda céntrico de la comunidad, permitiendo el acceso de todos los niños y niñas de la comunidad.

La escuela ha sido beneficiada por los proyectos que el gobierno ha realizado como la merienda escolar, útiles escolares y se ha mejorado la infraestructura del centro educativo. (Castellon, Arauz, & Peña, 2020)

11.1.4. Transporte

La comunidad de Los Jobsos cuenta con un transporte público que sale de Estelí a las 06:30 am pasando por la comunidad de Los Jobsos a las 06:50 am llegando a su destino El Tisey a las 07:30 am; del Tisey sale a las a las 03:40 pm pasando por Los Jobsos as las 04:20 pm y llega a la terminal de buses norte de Estelí a las 04:40 pm.

La mayoría de la población cuenta con su transporte particular privado, por lo que el transporte público no circula frecuentemente o en casos las rutas no pasan por defectos mecánicos y no cuentan con unidades de repuestos que respalden sus horarios. (Castellon, Arauz, & Peña, 2020)

11.1.5. Desarrollo Económico

La economía de la comunidad Los Jobsos se caracterizan por la actividad comercial y la actividad agropecuaria. En la comunidad se cultivan granos

básicos (frijoles, maíz y millón). Estos son los cultivos más importantes económicamente, tanto por ser la base de la actividad y que son la base fundamental de la economía en el área rural. De igual manera en la zona de la ribera del río siembra cantidad considerable de hortalizas. (Castellon, Arauz, & Peña, 2020)

Al analizar la participación de la población económicamente activa por rubro de actividad, se observa que hay ocupacionales dominadas por hombres (agropecuaria, industria, energía y agua, construcción, comercio, transporte, inmuebles y administración) y otras por mujeres (hoteles y restaurantes, educación, salud y servicios domésticos). (Castellon, Arauz, & Peña, 2020)

11.1.6. Vivienda

El 62.5% de las casas según la encuesta estas son cómodas ya que cuentan con todos los servicios básicos para el sostén de un hogar, puesto que estas están en su mayoría construidas con ladrillos y bloques (combinada) y muchas de estas casas son propias y algunas prestadas por los familiares. La otra parte de las viviendas se encuentran construidas a base de maderas y zinc, una mínima parte pudimos observar que está construida a base de mini falda de piedras canteras y madera. (Castellon, Arauz, & Peña, 2020)

En la comunidad de Los Jobos-Estelí, las viviendas están construidas con diferentes tipos de materiales como: Zinc, Madera, piedra cantera y Bloque. También se pudo observar que las viviendas de la comunidad de Los Jobos se encuentran cercanas con un aproximado de 80% y el restante se encuentra dispersas con distancia de hasta 500 metros. (Castellon, Arauz, & Peña, 2020)

El área protegida comprende los cerros Tisey, Cerro El Divisadero, Cerro La Escala, Fila El Pedernal, Fila El Picacho, Cerro El Jalacate, La Cueva El Duende, Filas Las Cuchillas; todos estos sitios se destacan por su mayor altura dentro del Área. En sus partes de transición a bosque seco sobresalen Mesa El Jícaro, El Pastoreo, La Tunosa, Sabana Larga, Tres Esquinas, La Cebadilla, Potrerillo y sector de La Sirena.

RESULTADOS 2

El agua es un líquido vital e indispensable para todo ser humano, por lo cual debe proveerse libre de cualquier contaminación tanto física, química y biológica. Por tal razón es importante realizar periódicamente ciertos análisis para comprobar que está dentro de las especificaciones que determina las normas CAPRE y las NTON 05-007-98 para que pueda ser de consumo humano.

El trabajo realizado fue analizar la calidad del agua para consumo humano en 6 pozos de la comunidad de Los Jobos-Estelí en el II semestre del año 2022. Para la realización de los análisis, se solicitó el apoyo a la comunidad para que nos dijeran cierta información que ayudaría en nuestro trabajo de tesis, así como también se le solicito apoyo a la Empresa Nicaragüense de Acueducto y Alcantarillados Sanitario (ENACAL) en la parte de laboratorio para realizar los diferentes análisis al recurso hídrico y tener resultados exactos para comprobar si estas aguas son aptas para consumo humano.

A la hora de hacer los análisis de nuestras encuestas estas dieron como resultado lo siguiente.

El 100% de la comunidad de Los Jobos cuenta con el servicio de agua potable todos ellos están conectados al abastecimiento del pozo que cuentan en la comunidad que se encuentra ubicado a 300 metros de la comunidad, este pozo está en buenas condiciones para suministrar a toda la población al momento de ser servida a la red de distribución.

Según las personas encuestadas la población de la comunidad de Los Jobos el 100% del agua su procedencia y abastecimiento es el pozo comunitario que se encuentra en la comunidad, así como también el 100% ocupa este pozo para hacer las actividades diaria del hogar y de consumo humano.

Durante las encuestas los pobladores nos informaban que siempre cuentan con agua las 24 horas del día y los 7 días de la semana, y si fallaba era porque le estaban dando mantenimiento o había una tubería dañada y que siempre contaban con la cantidad necesaria de agua para hacer sus actividades diarias.

También nos decían que toda la población tenía el acceso al pozo comunitario ya que todos estaban conectados a la red de agua potable y que nunca habían presentado alguna enfermedad por consumo de agua en la comunidad.

La población de la comunidad de Los Jobsos nos informan que el agua que consume siempre ha presentado buena apariencia y se clasifica de la siguiente manera: un 75.9% de la persona encuestas dice que el agua es buena, el 13.8% muy buena, el 10.3 regular para un total del 100%, según la percepción de la población esto indica que consumen agua de buena calidad.



Ilustración 8 calidad del agua que consume

Resultados de análisis Físico, Químico y Bacteriológicos de 6 muestras de agua en pozos de la comunidad Los Jobs-Estelí.

NOMBRE DE LA FUENTE: Pozo comunitario Los Jobs

| PARAMETROS ANALIZADO | Unidad | Normas CAPRE | NTON 05-007-98 | Pozo Comunitario Los Jobs | LIMITE DE DETECCION | Observación |
|----------------------|------------|--------------|----------------|---------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aspecto | - | Transparente | Transparente | Transparente | No aplicable | El agua proveniente de este pozo es utilizada desde hace 8 años por los pobladores para satisfacer sus necesidades domésticas, y no existe ningún riesgo en la salud. Está agua entra en las normas CAPRES y NTON 05-007-98. Los valores indican que esta agua es apta para consumo humano |
| color | UC | 15 | | 0.90 | 2.828 UC | |
| turbidez | UNT | 5.0 | <5 | 0.35 | 0.292 NTU | |
| solidos disueltos | MG/L | 1000 | 1000 | 26.90 | No aplicable | |
| temperatura | °C | 18-32 | 18-32 | 24.60 | No aplicable | |
| PH | adim | 6.5-8.5 | 6.5-8.5 | 7.38 | No aplicable | |
| Cond/eléctrica | µs/cm | 400 | 400 | 521 | 2.547 µs/cm | |
| alcalinidad total | MG/L | no normado | - | 198.25 | 5.202 mg/l | |
| dureza total | MG/L | 400 | 400 | 225.69 | No determinado | |
| índice de saturación | MG/L | -0.1 - +0.5 | - | 0.29 | no aplicable | |
| sodio(Na) | MG/L | 200 | 200 | 21.00 | 0.593 mg/l | |
| calcio(Ca) | MG/L | 100 | 100 | 83.30 | no determinado | |
| Magnesio(Mg) | MG/L | 50 | 0.5 | 4.29 | No determinado | |
| Potasio(K) | MG/L | 10 | 10 | 7.02 | 0.540mg/l | |
| hierro total (Fe2+) | MG/L | 0.30 | 0.30 | 0.15 | 0.074mg/l | |
| bicarbonatos(HCO3) | MG/L | no normado | - | 241.72 | no determinado | |
| Carbonatos(Co3) | MG/L | no normado | - | 0 | no determinado | |
| Hidroxilo(OH) | MG/L | no normado | - | 0 | no determinado | |
| Cloruros(Cl) | MG/L | 250 | 250 | 17.60 | 4.410 mg/l | |
| Sulfatos(So4) | MG/L | 250 | 250 | 12.29 | 1.295 mg/l | |
| Nitratos(NO3) | MG/L | 50 | 10 | 14.28 | 0.618 mg/l | |
| Nitritos(No2) | MG/L | 0.1 | 0.1 -0.3 | ND | 0.009 mg/l | |
| Flúor(F) | MG/L | 1.5 | - | 0.28 | 0.081mg/l | |
| Arsénico | Mg/L | 10 | - | 2 | No aplicable | |
| coliformes | UFC/100 ml | 0 | 0 | 0 | No aplicable | |

Tabla 11 Análisis fisicoquímico y bacteriológico del pozo comunitario Los Jobs

Calidad Física y Química del agua

Los resultados físicos y químicos mostrados en la tabla 11 fueron obtenidos en el monitoreo de agua del “pozo comunitario de Los Jobos”, Todos los parámetros estudiados en laboratorio presentaron resultados que están dentro de los niveles recomendados por las normas CAPRE y NTON 05-007-98. No así en la conductividad eléctrica ya que se encuentran por encima del valor recomendado, que es de 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y presenta un valor de 521 $\mu\text{S}/\text{cm}$, esto quiere decir que el agua analizada presenta un riesgo para la ingesta humana por lo que contienen minerales como potasio, magnesio, sodio y calcio el exceso de estos minerales pueden tener consecuencias en el corazón como paros cardiacos, nauseas, diarrea, dolor estomacales.

En cuanto al parámetro químico, todos se ajustan a los parámetros establecidos por la normas CAPRE Y NTON 05-007-98.

En cuanto al elemento arsénico presenta un valor de 2 mg/l esta agua se puede utilizar para consumir, cocinar y todos los otros usos domésticos.

Calidad Bacteriológica

Los resultados de laboratorio indicaron que no se registra presencia de bacterias del grupo coliformes totales y fecales por lo que las aguas son aptas para consumo humano.

NOMBRE DE LA FUENTE: Pozo "QUINTA APALI" JULIO LOPEZ

| PARAMETROS ANALIZADO | Unidad | Normas CAPRE | NTON 05-007-98 | Pozo Quinta Apali | LIMITE DE DETECCION | Observación |
|--------------------------------|------------|--------------|----------------|-------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aspecto | - | Transparente | Transparente | Transparente | No aplicable | Es un pozo tubular o perforado tiene una profundidad de 160 pies, utilizado con fines agrícolas y domésticos por lo cual debe precisar una calidad dentro de lo establecido por las normas para el consumo humano. Este pozo es apto para consumo humano. |
| color | UC | 15 | | 0.88 | 2.828 UC | |
| turbidez | UNT | 5.0 | <5 | 0.35 | 0.292 NTU | |
| solidos disueltos | MG/L | 1000 | 1000 | 303.53 | No aplicable | |
| temperatura | °C | 18-32 | 18-32 | 24.60 | No aplicable | |
| PH | adim | 6.5-8.5 | 6.5-8.5 | 7.28 | No aplicable | |
| Cond/eléctrica | µs/cm | 400 | 400 | 568.00 | 2.547 µs/cm | |
| alcalinidad total | MG/L | no normado | - | 221.35 | 5.202 mg/l | |
| dureza total | MG/L | 400 | 400 | 270.83 | No determinado | |
| índice de saturación sodio(Na) | MG/L | -0.1 - +0.5 | - | 0.30 | no aplicable | |
| calcio(Ca) | MG/L | 200 | 200 | 19.80 | 0.593 mg/l | |
| Magnesio(Mg) | MG/L | 100 | 100 | 101.38 | no determinado | |
| Potasio(K) | MG/L | 50 | 0.5 | 4.29 | No determinado | |
| hierro total (Fe2+) | MG/L | 10 | 10 | 1.74 | 0.540mg/l | |
| bicarbonatos(HCO3) | MG/L | 0.3 | 0.3 | 0.07 | 0.074mg/l | |
| Carbonatos(Co3) | MG/L | no normado | - | 269.88 | no determinado | |
| Hidroxilo(OH) | MG/L | no normado | - | 0 | no determinado | |
| Cloruros(Cl) | MG/L | 250 | 250 | 19.60 | 4.410 mg/l | |
| Sulfatos(So4) | MG/L | 250 | 250 | 21.47 | 1.295 mg/l | |
| Nitratos(NO3) | MG/L | 50 | 10 | 9.71 | 0.618 mg/l | |
| Nitritos(No2) | MG/L | 0.1 | 0.1 -0.3 | 0.01 | 0.009 mg/l | |
| Flúor(F) | MG/L | 1.5 | - | 0.18 | 0.081mg/l | |
| Arsénico | Mg/L | 10 | - | 0 | No aplicable | |
| coliformes | UFC/100 ml | 0 | 0 | 0 | No aplicable | |

Tabla 12 Análisis fisicoquímica y bacteriológico en pozo Quinta Apali

Calidad Física Química del agua

Los resultados físicos y químicos mostrados en la tabla 12 fueron obtenidos en el monitoreo de agua del “Pozo Quinta Apali” del señor Julio López reflejan valores exactos que indican estar dentro del estándar de calidad pertenecientes a las normas CAPRE y NTON 05-007-98.

El parámetro físico demostró una buena calidad en el agua, sin embargo se obtuvo un valor que sobre pasa el máximo permisible, la conductividad eléctrica con 568 $\mu\text{s}/\text{cm}$ por lo tanto se encuentra sobre el límite establecido en las normas, esta agua presta un riesgo para los consumidores ya que contienen minerales como potasio, magnesio, sodio y calcio, el exceso de estos minerales pueden tener consecuencias en el corazón, náuseas, diarrea y dolor estomacales.

En cuanto al parámetro químico, el calcio está por encima del estándar de las normas de calidad de agua, el exceso de calcio puede producir cálculos renales y osteítis fibrosa.

Calidad Bacteriológica

El resultado no sobre pasa el máximo permisible. Esto indica estar dentro de las normas CAPRE y NTON 05-007-98.

NOMBRE DE LA FUENTE: POZO ALBERT NAVARRO

| PARAMETROS ANALIZADO | Unidad | Normas CAPRE | NTON 05-007-98 | Pozo Albert Navarro | LIMITE DE DETECCION | Observación |
|----------------------|------------|--------------|----------------|---------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aspecto | - | Transparente | Transparente | Transparente | No aplicable | Es un pozo tubular o perforado utilizado para fines agrícolas y domésticos cuando no tienen el servicio de agua potable, por lo cual debe presentar buena calidad por el riesgo a la salud de los consumidores. Este se considera que es apto para consumo humano, porque cumple con los parámetros establecidos en las normas. |
| color | UC | 15 | | 1.10 | 2.828 UC | |
| turbidez | UNT | 5.0 | <5 | 3.70 | 0.292 NTU | |
| solidos disueltos | MG/L | 1000 | 1000 | 263.60 | No aplicable | |
| temperatura | °C | 18-32 | 18-32 | 24.50 | No aplicable | |
| PH | adim | 6.5-8.5 | 6.5-8.5 | 7.28 | No aplicable | |
| Cond/eléctrica | µs/cm | 400 | 400 | 509.00 | 2.547 µs/cm | |
| alcalinidad total | MG/L | no normado | - | 169.38 | 5.202 mg/l | |
| dureza total | MG/L | 400 | 400 | 211.95 | No determinado | |
| índice de saturación | MG/L | -0.1 - +0.5 | - | 0.09 | no aplicable | |
| sodio(Na) | MG/L | 200 | 200 | 27.68 | 0.593 mg/l | |
| calcio(Ca) | MG/L | 100 | 100 | 77.80 | no determinado | |
| Magnesio(Mg) | MG/L | 50 | 0.5 | 4.29 | No determinado | |
| Potasio(K) | MG/L | 10 | 10 | 1.18 | 0.540mg/l | |
| hierro total (Fe2+) | MG/L | 0.3 | 0.3 | 0.05 | 0.074mg/l | |
| bicarbonatos(HCO3) | MG/L | no normado | - | 206.52 | no determinado | |
| Carbonatos(Co3) | MG/L | no normado | - | 0 | no determinado | |
| Hidroxilo(OH) | MG/L | no normado | - | 0 | no determinado | |
| Cloruros(Cl) | MG/L | 250 | 250 | 23.50 | 4.410 mg/l | |
| Sulfatos(So4) | MG/L | 250 | 250 | 21.80 | 1.295 mg/l | |
| Nitratos(NO3) | MG/L | 50 | 10 | 24.04 | 0.618 mg/l | |
| Nitritos(No2) | MG/L | 0.1 | 0.1 -0.3 | 0.01 | 0.009 mg/l | |
| Flúor(F) | MG/L | 1.5 | - | 0.24 | 0.081mg/l | |
| Arsénico | Mg/L | 10 | - | 0 | No aplicable | |
| coliformes | UFC/100 ml | 0 | 0 | 0 | No aplicable | |

Tabla 13 Análisis fisicoquímico y bacteriológico del pozo Albert Navarro

Calidad Física, Química del agua

Los resultados físicos y químicos mostrados en la tabla 13 fueron obtenidos en el monitoreo de agua del “POZO ALBERT NAVARRO” reflejan valores que están dentro del estándar de calidad de agua para consumo humano.

De los parámetros analizados en el laboratorio, la Conductividad eléctrica de 509 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sobrepasan los niveles permisibles para consumo humano de 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ según lo establecido en las normas CAPRE y NTON 05-007-98. Esto indica la presencia de minerales como potasio, magnesio, sodio y calcio, el exceso de todos estos minerales pueden tener consecuencias a largo plazo en la salud de los consumidores provocando daños en el corazón de repente deja de latir, náuseas, diarrea, dolor estomacales y paros cardíacos.

En cuanto al parámetro químico, se cumplió en totalidad, no hay ninguna alteración.

Calidad Bacteriológica

En el análisis de laboratorio no se encontraron bacterias coliformes totales ni fecales. Esto indica estar dentro de las normas de calidad de agua para consumo humano.

NOMBRE DE LA FUENTE: Fuente De Agua "La Vega" Albert Navarro

| PARAMETROS ANALIZADO | Unidad | Normas CAPRE | NTON 05-007-98 | Pozo La Vega | LIMITE DE DETECCION | Observación |
|----------------------------------|------------|--------------|----------------|--------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aspecto | - | Transparente | Transparente | Transparente | No aplicable | Es un pozo tubular o perforado utilizado para fines agrícolas con una profundidad de 160 pies (48m). Estas aguas se encuentran dentro de los niveles permisibles para consumo humano. Atendiendo estos parámetros son aguas de buena calidad; no obstante, se debe de |
| color | UC | 15 | | 2.31 | 2.828 UC | |
| turbidez | UNT | 5.0 | <5 | 6.40 | 0.292 NTU | |
| solidos disueltos | MG/L | 1000 | 1000 | 253.13 | No aplicable | |
| temperatura | °C | 18-32 | 18-32 | 24.70 | No aplicable | |
| PH | adim | 6.5-8.5 | 6.5-8.5 | 7.41 | No aplicable | |
| Cond/eléctrica | µs/cm | 400 | 400 | 509.00 | 2.547 µs/cm | |
| alcalinidad total | MG/L | no normado | - | 194.40 | 5.202 mg/l | |
| dureza total | MG/L | 400 | 400 | 174.66 | No determinado | |
| índice de saturación sodio(Na) | MG/L | -0.1 - +0.5 | - | 0.20 | no aplicable | |
| calcio(Ca) | MG/L | 200 | 200 | 36.61 | 0.593 mg/l | |
| Magnesio(Mg) | MG/L | 100 | 100 | 63.66 | no determinado | |
| Potasio(K) | MG/L | 50 | 0.5 | 3.82 | No determinado | |
| hierro total (Fe ²⁺) | MG/L | 10 | 10 | 1.53 | 0.540mg/l | |
| bicarbonatos(HCO ₃) | MG/L | 0.3 | 0.3 | 0.07 | 0.074mg/l | |
| Carbonatos(Co ₃) | MG/L | no normado | - | | no determinado | |
| Hidroxilo(OH) | MG/L | no normado | - | | no determinado | |
| Cloruros(Cl) | MG/L | 250 | 250 | 7.80 | 4.410 mg/l | |
| Sulfatos(So ₄) | MG/L | 250 | 250 | 22.86 | 1.295 mg/l | |
| Nitratos(NO ₃) | MG/L | 50 | 10 | ND | 0.618 mg/l | |
| Nitritos(No ₂) | MG/L | 0.1 | 0.1 -0.3 | 0.01 | 0.009 mg/l | |
| Flúor(F) | MG/L | 1.5 | - | 0.15 | 0.081mg/l | |
| Arsénico | Mg/L | 10 | - | 5 | No aplicable | |
| coliformes | UFC/100 ml | 0 | 0 | 0 | No aplicable | |

| | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------------------------------------------------|
| | | | | | | | | | | tomar en cuenta los valores alterados |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------------------------------------------------|

Tabla 14 Análisis fisicoquímico y bacteriológico del pozo La Vega Albert Navarro

Calidad Física y Química del agua

Los resultados físicos y químicos mostrados en la tabla 14 fueron obtenidos en el monitoreo de agua Del Pozo Albert Navarro "La Vega" reflejan valores exactos, con parámetros que están por encima de lo establecido por las normas de calidad de agua para consumo humano.

La muestra presenta una turbidez de 6.40 UNT y lo establecido por las normas es de 5 UNT, Esto nos indica que a mayor turbiedad, mayor particulado en suspensión en el agua, lo que aumenta la posibilidad de refugio de bacterias, virus y protozoos patógenos. Los sólidos dispersos y las partículas en suspensión en el agua turbia pueden actuar como portadores de contaminación microbiológica y también propician la adhesión de metales pesados, compuestos orgánicos tóxicos y pesticidas.

En cuanto a la conductividad presenta un valor de 509 $\mu\text{mho/cm}$ que está por encima de establecido en las normas CAPRE y NTON 05-007-98 y lo establecido por las normas es de 400 $\mu\text{mho/cm}$, el agua analizada presenta un riesgo para la ingesta humana por lo que contienen minerales como potasio, magnesio, sodio y calcio, el exceso de estos minerales pueden tener consecuencias en el corazón, náuseas, diarrea, dolor estomacales entre otros.

En cuanto al parámetro químico resalta la presencia de arsénico de 5 mg/L. El arsénico es un elemento de origen natural que se encuentra en la corteza terrestre. Conforme el agua fluye a través de determinadas formaciones rocosas, el arsénico puede disolverse y desplazarse hasta acuíferos subterráneos, arroyos o ríos que pueden ser fuentes de agua potable.

El arsénico constituye un peligro para la salud. El agua potable con altos niveles de arsénico puede provocar efectos en la salud tales como: Engrosamiento y decoloración de la piel, dolor estomacal, náuseas, vómitos y diarrea, diabetes y trastornos en el sistema reproductor, nervioso, inmunitario, hepático, pulmonar o cardíaco, cáncer en la vejiga, los pulmones, la piel, los riñones, el hígado y la próstata.

Calidad Bacteriológica

En el análisis de laboratorio no se encontraron bacterias coliformes totales ni fecales, lo que indica que el agua es apta para consumo humano.

NOMBRE DE LA FUENTE: POZO "WALTER LAGUNA"

| PARAMETROS ANALIZADO | Unidad | Normas CAPRE | NTON 05-007-98 | Pozo Walter Laguna | LIMITE DE DETECCION | Observación |
|--------------------------------|------------|--------------|----------------|--------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aspecto | - | Transparente | Transparente | Transparente | No aplicable | Este pozo es utilizado con fines agrícolas y domésticas teniendo una profundidad de 180 pies. Los análisis realizados demuestran que es agua de buena calidad para consumo humano. |
| color | UC | 15 | | 0.75 | 2.828 UC | |
| turbidez | UNT | 5.0 | <5 | 0.70 | 0.292 NTU | |
| solidos disueltos | MG/L | 1000 | 1000 | 264.02 | No aplicable | |
| temperatura | °C | 18-32 | 18-32 | 24.50 | No aplicable | |
| PH | adim | 6.5-8.5 | 6.5-8.5 | 7.38 | No aplicable | |
| Cond/eléctrica | µs/cm | 400 | 400 | 532.00 | 2.547 µs/cm | |
| alcalinidad total | MG/L | no normado | - | 159.76 | 5.202 mg/l | |
| dureza total | MG/L | 400 | 400 | 229.61 | No determinado | |
| índice de saturación sodio(Na) | MG/L | -0.1 - +0.5 | - | 0.13 | no aplicable | |
| calcio(Ca) | MG/L | 200 | 200 | 22.24 | 0.593 mg/l | |
| Magnesio(Mg) | MG/L | 100 | 100 | 72.30 | no determinado | |
| Potasio(K) | MG/L | 50 | 0.5 | 11.92 | No determinado | |
| hierro total (Fe2+) | MG/L | 10 | 10 | 1.55 | 0.540mg/l | |
| bicarbonatos(HCO3) | MG/L | 0.3 | 0.3 | 0.08 | 0.074mg/l | |
| Carbonatos(Co3) | MG/L | no normado | - | 194.78 | no determinado | |
| Hidroxilo(OH) | MG/L | no normado | - | 0 | no determinado | |
| Cloruros(Cl) | MG/L | 250 | 250 | 27.40 | 4.410 mg/l | |
| Sulfatos(So4) | MG/L | 250 | 250 | 26.70 | 1.295 mg/l | |
| Nitratos(NO3) | MG/L | 50 | 10 | 25.76 | 0.618 mg/l | |
| Nitritos(No2) | MG/L | 0.1 | 0.1 -0.3 | 0.01 | 0.009 mg/l | |
| Flúor(F) | MG/L | 1.5 | - | 0.16 | 0.081mg/l | |
| Arsénico | Mg/L | 10 | - | 0 | No aplicable | |
| coliformes | UFC/100 ml | 0 | 0 | 0 | No aplicable | |

Tabla 15 Análisis Físicoquímico y bacteriológico del pozo Walter Laguna

Calidad Física y Química del agua

Los resultados físicos y químicos mostrados en la tabla 15 fueron obtenidos en el monitoreo de agua del pozo “Walter Laguna”, reflejan valores exactos que indican estar dentro del estándar de calidad pertenecientes a las normas CAPRE y NTON 05-007-98.

El parámetro físico demostró datos que sobre pasan el máximo permisible por las normas los cuales son: la conductividad eléctrica ya que presenta un valor de 532 $\mu\text{mho/cm}$ y lo establecido por las normas es de 400 $\mu\text{mho/cm}$, lo que representa estar sobre el límite establecido esto indica la presencia de minerales en el agua como sodio, potasio, magnesio y calcio. El consumo excesivo de estos minerales pueden perjudicar la salud de los consumidores probando daño a largo plazo como: diarrea, dolor estomacal, ritmo cardiaco irregular y paro cardiacos.

Los resultados del parámetro químicos obtenido en laboratorio, están dentro de los límites permisibles establecidos para aguas de consumo humano.

Calidad Bacteriológica

Se cumplió en la totalidad por lo establecido por las normas CAPRE Y NTON 05-007-98, no hay ninguna presencia de coliformes.

NOMBRE DE LA FUENTE: POZO "CANDIDA RIZO "

| PARAMETROS ANALIZADO | Unidad | Normas CAPRE | NTON 05-007-98 | Pozo Cándida Rizo | LIMITE DE DETECCION | Observación |
|----------------------|------------|--------------|----------------|-------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aspecto | - | Transparente | Transparente | Transparente | No aplicable | Este es pozo excavado, teniendo una profundidad de 11 varas (29 pies). Estos resultados demuestran que las aguas presentan contenidos de cond/eléctrica, dureza, nitritos y coliformes fecales que sobrepasan los niveles permisibles para consumo humano, por lo que se recomienda el cierre del pozo para evitar daños severos a la salud de los consumidores |
| color | UC | 15 | | 1.20 | 2.828 UC | |
| Turbidez | UNT | 5.0 | <5 | 0.60 | 0.292 NTU | |
| solidos disueltos | MG/L | 1000 | 1000 | 898.71 | No aplicable | |
| temperatura | °C | 18-32 | 18-32 | 24.70 | No aplicable | |
| PH | adim | 6.5-8.5 | 6.5-8.5 | 7.12 | No aplicable | |
| Cond/eléctrica | µs/cm | 400 | 400 | 2440.00 | 2.547 µs/cm | |
| alcalinidad total | MG/L | no normado | - | 394.58 | 5.202 mg/l | |
| dureza total | MG/L | 400 | 400 | 500.44 | No determinado | |
| índice de saturación | MG/L | -0.1 - +0.5 | - | | no aplicable | |
| sodio(Na) | MG/L | 200 | 200 | 132.50 | 0.593 mg/l | |
| calcio(Ca) | MG/L | 100 | 100 | 66.01 | no determinado | |
| Magnesio(Mg) | MG/L | 50 | 0.5 | 81.55 | No determinado | |
| Potasio(K) | MG/L | 10 | 10 | 3 | 0.540mg/l | |
| hierro total (Fe2+) | MG/L | 0.3 | 0.3 | 0.06 | 0.074mg/l | |
| bicarbonatos(HCO3) | MG/L | no normado | - | 481.09 | no determinado | |
| Carbonatos(Co3) | MG/L | no normado | - | 0 | no determinado | |
| Hidroxilo(OH) | MG/L | no normado | - | 0 | no determinado | |
| Cloruros(Cl) | MG/L | 250 | 250 | 213.70 | 4.410 mg/l | |
| Sulfatos(So4) | MG/L | 250 | 250 | 156.44 | 1.295 mg/l | |
| Nitratos(NO3) | MG/L | 50 | 10 | 37.37 | 0.618 mg/l | |
| Nitritos(No2) | MG/L | 0.1 | 0.1 -0.3 | 0.25 | 0.009 mg/l | |
| Flúor(F) | MG/L | 1.5 | - | 0.26 | 0.081mg/l | |
| Arsénico | Mg/L | 10 | - | 0 | No aplicable | |
| coliformes | UFC/100 ml | 0 | 0 | DPC | No aplicable | |

Tabla 16Análisis fisicoquímico y bacteriológico del pozo Cándida Rizo

Calidad Física, química del agua

Los resultados físicos y químicos mostrados en la tabla 16 fueron obtenidos en el monitoreo de agua del Pozo “CANDIDA RIZO”, mostraron valores que sobre pasan los estándares de calidad establecidos por las normas CAPRE y NTON 05-007-98.

La conductividad eléctrica sumamente elevada alcanzando el límite de detección (2547 $\mu\text{s}/\text{cm}$) con valores de 2,440 $\mu\text{s}/\text{cm}$, esto indica que el agua analizada presenta un riesgo para la ingesta ya que contienen minerales como potasio, el exceso de este mineral puede tener consecuencias en el corazón (paro cardíaco), insuficiencia renal y debilidad. El alto consumo de magnesio puede causar diarrea, náuseas y cólicos estomacales. El consumo extremadamente alto de magnesio puede provocar un ritmo cardíaco irregular y paro cardíaco.

El exceso de calcio hace que los riñones trabajen más duro para filtrarlo. Esto puede provocar sed excesiva y micción frecuente. aparato digestivo. La hipercalcemia puede causar malestar estomacal, náuseas, vómitos y estreñimiento.

Exceder el consumo de sal, es un factor de riesgo para desarrollar hipertensión arterial, problemas en el corazón como insuficiencia cardiaca e infartos, accidente cerebrovascular (hemorragia), daño en riñones que lleva a insuficiencia renal e incluso la posibilidad de presentar cáncer gástrico.

En cuanto a los parámetros químicos como dureza con un valor de 500.44 mg/L, se encuentra sobre el estándar establecido por las normas CAPRE y NTON 05-007-98, dentro de los parámetros exigidos a un agua potable, esto indica la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua, en particular sales de magnesio y calcio. Según datos de la OMS indica que las aguas duras pueden contribuir a la ingesta de calcio y de magnesio, minerales relacionados con la prevención de la osteoporosis y los eventos cardiovasculares. De hecho, señala que beber a menudo aguas duras

podría proteger a largo plazo del riesgo cardiovascular, y no tiene ningún efecto negativo demostrado sobre la salud.

Los nitritos presentan un valor de 0.25 mg/L y lo permisible por las normas es de 0.1 mg/L. Esto se debe a la contaminación de las aguas subterráneas por los residuos de animales o derrames de agua provenientes de lecherías o ganado, el uso excesivo de fertilizantes, o la infiltración de drenaje humano proveniente de las fosas sépticas. Los microorganismos presentes en el suelo, el agua y el drenaje transforman los nitratos en nitritos y puede ser un riesgo para la salud de los consumidores.

Calidad Bacteriológica

Demostó cantidad excesiva de coliformes fecales reflejado en la ilustración 7, rebasando el limite detección con resultados de difícil para contar (DPC). Se estima que esta contaminación es producto del estiércol de ganado y la cercanía de los pozos de agua a las fosas sépticas.

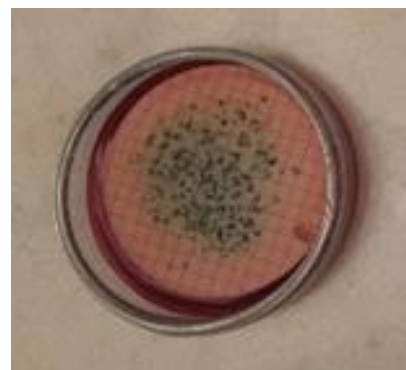


Ilustración 9 Prueba bacteriológica del pozo Cándida Rizo

RESULTADO 3

ACCIONES PARA EL BUEN USO Y MANEJO DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO EN LA COMUNIDAD

| OBJETIVOS | ACTIVIDADES | RESPONSABLE |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> Cumplir con el pago de la cuota del servicio de agua. | <ul style="list-style-type: none"> Realizar el debido pago del servicio de agua para garantizar el funcionamiento del servicio. | <p>Pobladores de la comunidad.</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> Evitar las fugas de agua. | <ul style="list-style-type: none"> Realizar mantenimiento al sistema de distribución del agua. Cerrar el suministro de agua mediante la llave de paso cuando sea necesario | <p>Pobladores y comité del servicio de agua potable de la comunidad.</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> Evitar la contaminación de fuentes de agua por sustancias xenobióticas. | <ul style="list-style-type: none"> No construir sumideros ni letrinas y fomentar la construcción de sistema de drenaje para las aguas residuales que puedan contaminar las fuentes de agua. Disminuir la utilización de agroquímicos en áreas altas para evitar el traslado de minerales por escorrentía. | <p>Pobladores de la comunidad e instituciones como MINSA, ENACAL y alcaldía municipal de Estelí.</p> |

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> Fomentar a las prácticas de las tres R (reduce, rehúsa y recicla) en el recurso hídrico. | <ul style="list-style-type: none"> Impulsar la educación ambiental a los niños y adultos | <p>MINED, MARENA, MINSA, ENACAL, ANA.</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> Fomentar a la práctica de cosecha de agua para actividades que no son necesarias la utilización de agua potable. | <ul style="list-style-type: none"> Captación de agua procedente de las precipitaciones invernales, para riego y demás actividades. | <p>Agricultores de la comunidad.</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> Racionar el uso de agua. | <ul style="list-style-type: none"> Elaborar prácticas de racionamiento del agua, quitando el servicio de agua en horas determinadas del día | <p>Comité del servicio de agua potable en la comunidad</p> |

Tabla 17 ACCIONES PARA EL BUEN USO Y MANEJO DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

XII. CONCLUSIONES

- En la actualidad la comunidad de Los Jobsos-Estelí se abastece principalmente por el pozo de la comunidad que está situado a 300 metros y que este ofrece buenas condiciones para consumo humano. Asimismo la población está satisfecha de la buena calidad que presenta el recurso hídrico a la hora que llega a sus viviendas.
- Para la evaluación se realizaron los análisis físicos, químicos y bacteriológicos aprobados por las normas CAPRE y NTON 05-007-98, en 6 muestras de agua de pozo privado y comunitario con fines de consumo humano. Se determinaron que las fuentes de agua de abastecimiento de la comunidad de Los Jobsos- Estelí en 5 pozos, cumplen con el estándar de calidad establecido por las normas de CAPRE y NTON 05-007-98.
- En el pozo numero 6 ubicado en la salida norte de la comunidad de Los Jobsos en la vivienda de doña Cándida Rizo, según los análisis realizados en el laboratorio de ENACAL dieron como resultados alteraciones en los siguientes parámetros: conductividad 2,440 $\mu\text{s/cm}$, dureza 500.44 mg/L, nitritos 0.25 mg/L y coliformes fecales, por el cual se sugiere la clausura del pozo para evitar daños a salud de los consumidores.
- La socio-economía de la comunidad de Los Jobsos se basa principalmente en la agricultura siendo este el mayor rubro de la comunidad, se sabe que debido a la localización geográfica se encuentra en el área del trópico seco, lo cual es necesario el aprovechamiento de fuentes de aguas subterráneas para la utilización de riego de cultivos (hortalizas, granos básicos, forrajes etc.).Cinco de los seis pozos analizados cuentan con los parámetros adecuados para la aplicación de riego.

- La contaminación ambiental en el recurso hídrico que está presente en la comunidad de Los Jobos es debido al crecimiento poblacional, aumento de la frontera agrícola y años atrás a la falta de un servicio de agua potable para el abastecimiento de la población, tomando la iniciativa de realizar sus propios pozos teniendo como impacto negativo la disminución del nivel freático.

XIII. RECOMENDACIONES

- ✓ A los pobladores de la comunidad los Jobsos si se cuenta con pozos privados realizar los análisis físico, químico y bacteriológico debidamente para saber si es apta para consumo humano.

- ✓ A los pobladores de la comunidad de los Jobsos- Estelí se les sugiere que si no cuenta con la capacidad para aplicar análisis sumarse al servicio de agua potable comunitario ya que este cuenta con un estándar de calidad de acuerdo a las normas CAPRE y NTON 05-007-98.

- ✓ A la población de la comunidad se recomienda evitar excavar pozos en lugares cercanos a letrinas y sumideros y/o si ya están construidos realizar su debido análisis o evitar su consumo.

- ✓ A la población que trabaja en el rubro agropecuaria se aconseja evitar la contaminación directa con fuentes de aguas en las actividades agrícolas ya que estas pueden contaminar el manto freático.

- ✓ A los dueños de los pozos se sugiere realizar análisis físico, químico y bacteriológico cada 6 meses para evitar alguna anomalía en la calidad del agua potable.

- ✓ A los dueños de los pozos se aconseja llevar a cabo programas de limpieza y desinfección en un plazo mínimo después de dar a conocer estos resultados; puesto que varios de los resultados, sobre todo bacteriológicos:

coliformes fecales, pueden resultar potenciales focos de enfermedad que pueden afectar tanto a la salud humana.

- ✓ Coordinar y organizar una acción conjunta entre las instituciones MINSA, ANA y ENACAL para la vigilancia de la calidad del agua.

- ✓ Promover programas de educación a nivel de las comunidades urbanas marginales respecto al uso de medidas sanitarias y ambientales del agua.

- ✓ Mejorar el sistema de evaluación de impacto ambiental en lo que respecta a los proyectos de agua potable y saneamiento en especial de los proyectos rurales.

- ✓ A investigadores sobre temas de calidad de agua en Nicaragua trabajar en base a la normas CAPRE y NTON 05-007-98.

XIV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Benavidez, S. M., & Toruño, Y. (2012). *Caracterización de las especies arbóreas presentes en el bosque seco tropical en el norte de Nicaragua del Paisaje Terrestre*. works.
- CAPRE. (1993). Normas de calidad del agua para consumo humano .
- Castellon, A., Arauz, B., & Peña, E. (2020). *Caracterización de la situación biofísica, social, económica, ambiental y cultural de la comunidad los Jobos Estelí*. works.
- Castillo, H. R. (2016). *DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD LOS JOBOS MUNICIPIO DE ESTELI*. works.
- Cifuentes, B. M. (2004). *Determinacion de la calidad del agua para consumo humano y uso industrial ,obtenidas de pozos mecanicos en la zona 11 MIXCO ,Guatemala . Guatemala* . Guatemala.
- Clara, M. R. (2005). *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y persecucion local de las tecnologías apropiadas para su desinfeccion a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limon ,San Jeronimo ,Honduras .*
- Marin, R. (2008). *Reglamento de agua potable basica, RAS*.
- Mendoza. (1996). *Impacto de la tierra, en la calidad del agua de la microcuenca rio Sabalos. Cuenca de Rio San Juan Turrialba*.
- NTON. (2000). *Normas tecnicas obligatoria Nicaraguense para la clasificacion de los recursos hidricos . works*.
- Simón, A. G. (2000). *Desarrollo de Aguas Subterráneas. 2000 Universidad Central de Venezuela. Caracas Venezuela : works*.

Torres, A. R., & Suarez, E. C. (2017). Calidad del agua potable y su efecto en la salud de la comunidad de Kamla, Costa Caribe Norte de Nicaragua.

Valladares, S. M., & Lopez, A. (2004). *Estudio del uso y comercialización de productos forestales no maderables en 7 comunidades del área protegida Tizey -Estanzuela en el departamento de Esteli* . works .

xv. ANEXOS



Ilustración 10 Escuela Los Jobos



Ilustración 11 Escuela Los Jobos



Ilustración 12 Red hídrica de la comunidad



Ilustración 13 Red hídrica



Ilustración 16 carretera de la comunidad



Ilustración 15 casas de habitación



Ilustración 14 Aplicación de Encuesta Quinta Apali



Ilustración 18 Aplicación de entrevistas



Ilustración 17 Aplicación de encuestas



Ilustración 19 Aplicación de encuestas



Ilustración 20 Letrero en la comunidad



Ilustración 22 Instrumento utilizados en campo



Ilustración 21 Análisis en campo



Ilustración 24 Análisis en campo



Ilustración 23 obtención de muestras en pozo de Walter Laguna



Ilustración 25 Obtención de muestra en pozo Albert Navarro



Ilustración 26 Análisis en campo en Quinta Apali



Ilustración 28 Análisis en campo



Ilustración 27 Obtención de muestra en pozo de Cándida Rizo



Ilustración 30 Obtención de muestra en pozo La Vega



Ilustración 29 Análisis bacteriológico en laboratorio



Ilustración 32 Análisis bacteriológico



Ilustración 31 Horno bacteriológico



Ilustración 34 Muestras Bacteriológicas 1



Ilustración 33 Muestras bacteriológicas 2



Ilustración 35 Muestras de arsénico 1



Ilustración 36 Muestras de arsénico 2



Ilustración 37 Análisis en laboratorio



Ilustración 38 Análisis volumétricos



Ilustración 40 Análisis en laboratorio



Ilustración 39 muestras de agua



Ilustración 42 Análisis de Nitritos



Ilustración 41 Análisis de hierro



Ilustración 44 Análisis de sulfatos



Ilustración 43 Análisis de conductividad



Ilustración 46 Cristalería 1



Ilustración 45 Cristalería 2



Ilustración 47 Limpieza de Cristalería



Ilustración 48 Instrumento de turbidez

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

| Actividades | Meses | | | | | |
|----------------------------------------|-------|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Elaboración de protocolo | | | | | | |
| Presentación de protocolo | | | | | | |
| Levantamiento de datos de campo | | | | | | |
| Elaboración de informe | | | | | | |
| Defensa de informe | | | | | | |
| Divulgación de la información | | | | | | |
| Pre-defensa de seminario de graduación | | | | | | |
| Defensa de seminario de graduación | | | | | | |

Tabla 18 Cronograma de actividades

GUIA DE OBSERVACIÓN

Datos Generales

Comunidad:

Ubicación de la comunidad

Biofísico

Existencia de pozos

Tipo clima:

Tipo de relieve:

Tipo de Terreno

Uso actual del suelo

Ganadería

Área Silvopastoril

Agricultura

Población

Número de viviendas

La comunidad cuenta con los servicios básicos

- Energía
- Internet
- Cable
- Agua potable
- Pozos privados:
- Pozos comunitarios:

Tipo de transporte:

- Buses
 - Autos privados
-

-
- Motocicletas
 - Otros

Tipo de caminos:

- Trocha
- Brecha
- Callejón
- senderos
- carreteras

La comunidad cuenta con presencias de:

- Iglesias
- Escuelas:

La comunidad cuenta con centro de salud:

- Si
- NO

Tipo de comercio

- Pulpería
- Bares
- Entre otros

Económico

Que cultivos producen mayoritariamente

- Granos básicos
- Hortalizas
- Plantas medicinales

Ambiental

Tipo de Vegetación:

Tipo de especie predominante flora y fauna:

Cultural

Tradiciones de agricultura

Idiomas presentes en la comunidad

GUIA DE ENCUESTA

Esta entrevista está dirigida a la población de la comunidad Los Jobsos departamento de Estelí, donde se realizará una evaluación de los parámetros físico, químico y biológico de recurso hídrico proveniente de pozos con fines de consumo humano en la comunidad.

Fecha. ___/___/_____

1. ¿Cuentan con servicio de agua potable?

Sí ___ No ___

2. ¿Procedencia del servicio de agua potable?

Pozos privados

Pozos comunitarios

Ojos de agua -----

Riachuelos o quebradas-----

Ríos----- Otros -----

3. ¿Cuál es la principal fuente de agua para consumo para los miembros de su hogar?

Pozo perforado o tubular-----

Pozo excavado -----

4. ¿Cuál es la principal fuente de agua que emplean los miembros de su hogar para otros fines, como cocinar y lavarse las manos?

5. ¿Ha habido algún momento en el último mes en el que en su hogar no hayan contado con una cantidad de agua para consumo suficiente cuando la necesitaban?

6. ¿Ha habido caso de enfermedades por consumo de agua contaminada?

Enfermedades con síntomas: Diarrea ---- Hepatitis ---- Dolor de cabeza --
--- Nauseas ----- otras ¿cuáles?

7. ¿Cómo calificaría la calidad del agua que consume?

Buena ----- muy buena ----- regular ----- excelente ----- mala-

8. ¿Todas las personas cuentan con el acceso a los pozos comunitarios?

SI ----- NO -----

9. ¿cuentan con el servicio las 24 horas del día?

SI----- NO -----

GUIA DE ENTREVISTA

Esta entrevista está dirigida a informantes claves de la comunidad Los Jobsos departamento de Estelí, donde se realizará una evaluación de los parámetros físico, químico y biológico de recurso hídrico proveniente de pozos con fines de consumo humano en la comunidad

CUESTIONARIO

1. ¿Qué oficio desempeña?
2. ¿Cuántos habitantes hay en la comunidad Los Jobsos?
3. ¿Cuántos pozos artesanales hay en la comunidad?
4. ¿Cuántos pozos convencionales hay en la comunidad?
5. ¿Cuántos pozos privados hay en la comunidad?
6. ¿Cuántos pozos comunitarios hay en la comunidad?
7. ¿A simple vista como es la calidad del agua?
8. ¿Se ha realizado algún estudio a los diferentes pozos privados y comunitarios?
9. ¿Qué tanto predomina la agricultura en la comunidad?
10. ¿Según su criterio que tanto se utilizan los agroquímicos con fines agrícolas?
11. ¿cuánto tiempo tiene de estar funcionando el servicio de agua?
12. ¿Cada cuánto hacen la limpieza de los pozos?
13. ¿que se podría mejorar en el servicio?
14. ¿A qué distancia esta la obtención del recurso hídrico?
15. ¿cuánto es la profundidad de los pozos?