



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).
Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA



**Evaluación de la calidad del agua para consumo humano y propuesta de
un plan de medidas correctivas en el centro poblado de Marona,
Moyobamba 2018**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario

AUTOR:

Junior Iván Fabián Torres

ASESOR:

Lic. Dr. Fabián Centurión Tapia

Código N° 6056118

Moyobamba – Perú

2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA



Evaluación de la calidad del agua para consumo humano y propuesta de un plan de medidas correctivas en el centro poblado de Marona, Moyobamba 2018

AUTOR:

Junior Iván Fabián Torres

Sustentada y aprobada el 18 de diciembre del 2020, por los siguientes jurados:

Ing. M.Sc. Mirtha Felicita Valverde Vera

Presidente

Lic. M.Sc. Ronald Julca Urquiza

Secretario

Ing. Angel Tuesta Casique

Miembro

Lic. Dr. Fabián Centurión Tapia

Asesor

Declaratoria de autenticidad

Junior Iván Fabián Torres, con DNI N° 71848753, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria, Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Evaluación de la calidad del agua para consumo humano y propuesta de un plan de medidas correctivas en el centro poblado de Marona, Moyobamba 2018.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Moyobamba, 18 de diciembre del 2020.



Bach. Junior Iván Fabián Torres

DNI N° 71848753

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

| | | |
|----------------------|-----------------------------|---------------|
| Apellidos y nombres: | Fabian Torres Junior Ivan | |
| Código de alumno : | 115206 | Teléfono: |
| Correo electrónico : | jfabiant@alumno.unsm.edu.pe | DNI: 71848753 |

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

| |
|-------------------------|
| Facultad de: |
| Escuela Profesional de: |
| Ingeniería Sanitaria |

3. Tipo de trabajo de investigación

| | | | |
|------------------------------------|-----|--------------------------|-----|
| Tesis | (X) | Trabajo de investigación | () |
| Trabajo de suficiencia profesional | () | | |

4. Datos del Trabajo de investigación

| | |
|---------------------|--|
| Título : | Evaluación de la Calidad del Agua para Consumo humano y propuesta de un plan de medidas correctivas en el Centro Poblado Marona, Moyobamba 2018. |
| Año de publicación: | 2020 |

5. Tipo de Acceso al documento

| | | | |
|-----------------------|-----|---------|-----|
| Acceso público * | (X) | Embargo | () |
| Acceso restringido ** | () | | |

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

| |
|--|
| |
| |

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*


Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI **“Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA”.**


.....
Firma del Autor



8. Para ser llenado en el Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento.

18 / 01 / 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología
e Innovación de Acceso Abierto - UNSM

.....
Ing. M.Sc. Alfredo Ramos Perea
Responsable

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

A mis padres por inmenso apoyo y sus sabios consejos lo cual me permitió formarme tanto personal como profesionalmente, por su constancia lo cual me impulsa a seguir adelante persiguiendo objetivos aún más grandes.

Agradecimiento

A Dios, por darme la vida, salud y la oportunidad de poder realizarme profesionalmente.

Al Dr. Fabián Centurión Tapia, por su asesoramiento y supervisión en las actividades desarrolladas durante el periodo de ejecución de mi tesis.

A mi Alma Mater la Universidad Nacional de San Martín en especial a todos los docentes de la Facultad quienes me formaron para afrontar los desafíos de la vida profesional.

Índice

| | Pág. |
|---|--------|
| Dedicatoria..... | vi |
| Agradecimiento..... | vii |
| Índice de tablas | x |
| Índice de figuras | xi |
| Resumen | xii |
| Abstract..... | xiii |
| Introducción..... | 1 |
| CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA..... | 4 |
| 1.1. Antecedentes de la investigación | 4 |
| 1.2. Bases teóricas | 8 |
| 1.3. Definición de términos básicos | 27 |
| CAPÍTULO II. MATERIALES Y METODOS | 29 |
| 2.1. Materiales | 29 |
| 2.2. Métodos | 30 |
| CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 32 |
| 3.1. Calidad del agua para consumo humano antes de aplicar el plan de medidas correctivas | 32 |
| 3.2. Capacitación a los miembros del centro poblado mediante el plan de medidas correctivas para el tratamiento del agua | 34 |
| 3.3. Mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano mediante la aplicación del Plan de medidas correctivas..... | 39 |
| 3.4. Discusiones:..... | 44 |
| CONCLUSIONES..... | 48 |
| RECOMENDACIONES..... | 49 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 50 |
| ANEXOS | 53 |

| | |
|--|----|
| Anexo 1. Informes de Laboratorio | 54 |
| Anexo 2. Panel fotográfico..... | 59 |
| Anexo 3. Mapa de ubicación..... | 61 |
| Anexo 4. Control de asistencia a capacitaciones..... | 62 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos..... | 19 |
| Tabla 2. Límites máximos Permisibles de los Parámetros de calidad del agua para consumo humano..... | 20 |
| Tabla 3. Concentración de plata coloidal necesaria para inhibir e inactivar de bacteria... | 27 |
| Tabla 4. Presencia de coliformes totales según la preprueba. | 32 |
| Tabla 5. Presencia de coliformes termotolerantes según la preprueba..... | 32 |
| Tabla 6. Color del agua según la preprueba. | 33 |
| Tabla 7. Turbiedad del agua según la preprueba. | 33 |
| Tabla 8. Cloro residual libre en el agua según la preprueba..... | 33 |
| Tabla 9. pH en el agua según la preprueba..... | 34 |
| Tabla 10. Presencia de coliformes totales en el agua tratada con hipoclorito de calcio. ... | 39 |
| Tabla 11. Presencia de coliformes totales en el agua tratada con plata coloidal. | 39 |
| Tabla 12. Presencia de coliformes termotolerantes en el agua tratada con hipoclorito de calcio. | 40 |
| Tabla 13. Presencia de coliformes termotolerantes en el agua tratada con plata coloidal. | 40 |
| Tabla 14. Color del agua tratada con hipoclorito de calcio. | 40 |
| Tabla 15. Color del agua tratada con plata coloidal. | 41 |
| Tabla 16. Turbiedad del agua tratada con hipoclorito de calcio..... | 41 |
| Tabla 17. Turbiedad del agua tratada con plata coloidal. | 41 |
| Tabla 18. Cloro residual libre en el agua tratada con hipoclorito de calcio. | 42 |
| Tabla 19. Cloro residual libre en el agua tratada con plata coloidal..... | 42 |
| Tabla 20. pH en el agua tratada con hipoclorito de calcio..... | 42 |
| Tabla 21. pH en el agua tratada con plata coloidal..... | 43 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Escala de pH..... | 15 |
| Figura 2. Resumen de las etapas fundamentales de la elaboración de un plan de medidas correctivas..... | 36 |

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo general determinar la calidad del agua para consumo humano y proponer un plan de medidas correctivas para su mejoramiento en el centro poblado de Marona, teniendo como objetivos específicos analizar la calidad del agua mediante los parámetros de control obligatorio antes y después de su tratamiento domiciliario, así como proponer un plan de medidas correctivas mediante la capacitación a los pobladores. Asimismo, se analizó la presencia de coliformes totales, coliformes termotolerantes, color, turbiedad, cloro residual y pH del agua. En la parte metodológica, se trabajó con un solo grupo bajo un diseño pre experimental con una muestra de 39 familias elegidas al azar. Respecto a los resultados se evidencio un avance de los pobladores en cuanto al tratamiento del agua en sus domicilios, evidenciándose que después de la capacitación al aplicar el cloro en promedio los coliformes totales en el agua se habían reducido de 1241 NMP/100 ml a 16 NMP/100, mientras que los coliformes termotolerantes de se redujeron de 496 NMP/100 ml a 6.65 NMP/100 ml. Al aplicar la plata coloidal estos dos parámetros se redujeron a 0 NMP/100 ml con lo cual se demostró la efectividad de la plata coloidal en el tratamiento del agua. En cuanto al color y al pH tanto al aplicar el cloro como la plata coloidal este parámetro se mantenía dentro del límite máximo permisible. La turbiedad del agua al aplicar el cloro no superaba el límite máximo permisible mientras que aplicando la plata coloidal en promedio la turbiedad del agua superó dicho límite. Finalmente, se evidenció a presencia de 0.325 mg/L de cloro en el agua encontrándose dentro del límite permisible.

Palabras clave: agua potable, calidad, parámetros, tratamiento.

Abstract

The general objective of this research was to determine the water quality for human consumption and to propose a plan of corrective measures for its improvement in the town of Marona. The specific objectives were to analyze the quality of the water through the mandatory control parameters before and after its domestic treatment, as well as to propose a plan of corrective measures through training for the inhabitants. The presence of total coliforms, thermotolerant coliforms, color, turbidity, residual chlorine and pH of the water were also analyzed. Methodologically, a single group was used under a pre-experimental design with a sample of 39 randomly selected families. In terms of the results, an advance of the villagers in terms of water treatment in their homes was evidenced, showing that after the training, when chlorine was applied, the average total coliforms in the water were reduced from 1241 NMP/100 ml to 16 NMP/100, while the thermotolerant coliforms were reduced from 496 NMP/100 ml to 6.65 NMP/100 ml. With the application of colloidal silver, these two parameters were reduced to 0 NMP/100 ml, which demonstrated the effectiveness of colloidal silver in water treatment. Regarding color and pH, both when chlorine and colloidal silver were applied, these parameters remained within the maximum permissible limit. The turbidity of the water when chlorine was applied did not exceed the maximum permissible limit, while when colloidal silver was applied, on average, the turbidity of the water exceeded this limit. Finally, the presence of 0.325 mg/L of chlorine in the water was found to be within the permissible limit.

Key words: drinking water, quality, parameters, treatment.



Introducción

El agua es un elemento esencial para la vida y todos somos conscientes que es necesaria para todos los seres vivos, para la producción de alimentos, electricidad, mantenimiento de la salud. También es requerida en el proceso de elaboración de muchos productos industriales, medios de transporte y es esencial para asegurar la sostenibilidad de los ecosistemas de la tierra.

El agua forma parte de todos los procesos naturales de la tierra, por lo que tiene un impacto en todos los aspectos de la vida. Debido a que cada organismo depende del agua, ésta se ha convertido en el eje primordial del desarrollo de la sociedad a través de la historia. Pero también el agua es un recurso limitado, muy vulnerable y escaso en los últimos años, y no existe una conciencia globalizada sobre el manejo razonable que se debe ejercer sobre el mismo. Esto origina crisis por el uso del agua, que provoca enfermedades de origen hídrico, desnutrición, crecimiento económico reducido, inestabilidad social, conflictos por su uso y desastres ambientales, por lo que es necesario mantener un monitoreo constante de la calidad del agua y conocer el uso de tecnologías o factores que afectan su calidad.

Sin la seguridad de tener acceso a agua de calidad, los humanos no podríamos sobrevivir por mucho tiempo. Las enfermedades relacionadas con el agua están entre los más comunes malestares y la mayoría de los casos se presentan en los países en desarrollo.

En este sentido, cada vez la calidad del agua es más baja, lo que puede contribuir a transmitir gran cantidad de enfermedades diarreicas agudas (Otero 2002). Estas constituyen uno de los principales problemas de salud en la población infantil. En un estudio realizado por la Organización Panamericana de la Salud en 2004, se determinó que aproximadamente 75% de los sistemas de aguas locales y municipales en América Latina estaban mal desinfectados o carecían de sistemas de desinfección. Cabe destacar que el monitoreo de la calidad del agua potable, pone al alcance de las autoridades sanitarias información sistemática y rápida sobre la causa de cualquier brote o epidemia, permitiendo saber qué medidas tomar en cada caso.

Asimismo, el centro poblado de Marona se abastece de la Quebrada Huamachuco con un caudal de aproximadamente 10.319 litros/segundo.

En cuanto a la calidad del agua en la localidad de Marona, en una breve inspección se logró determinar que el 40.4% de las familias manifiestan que el agua es de buena calidad mientras que el 56.7% consideran que la calidad del agua es de regular calidad. Por otra parte, se logró evidenciar que 41.1% de la población consume el agua directamente sin someterlo a un tratamiento previo lo cual puede resultar perjudicial para la salud dado que el tratamiento del agua por parte de la Municipalidad Distrital de Japelacio no es de manera que garantice la salud de la población.

Bajo este panorama existen ciertas dudas respecto a la calidad del agua potable en el centro poblado de Marona lo cual representa un peligro para la salud de la población, la misma que por otra parte no toma conciencia del problema restándole importancia que el caso amerita.

En mérito a lo expuesto se formuló el siguiente problema de investigación: ¿Cómo es la calidad del agua para consumo humano y en qué medida un plan de medidas correctivas contribuye en su mejoramiento en el centro poblado de Marona - Moyobamba?

Asimismo, se propuso como objetivo general determinar la calidad del agua para consumo humano y proponer un plan de medidas correctivas para su mejoramiento en el centro poblado de Marona, teniendo como primer objetivo específico evaluar la calidad del agua para consumo humano mediante los parámetros de control obligatorio antes de su tratamiento domiciliario. Para el cumplimiento de este primer objetivo específico se analizaron dos muestras de agua proveniente de los domicilios las cuales consistían de un litro cada una, para luego ser llevadas al laboratorio para su análisis bacteriológico y físico químico de acuerdo a lo estipulado en el D.S. 031 – 2010. S.A.

En cuanto al segundo objetivo específico se capacitó a los miembros del centro poblado en el control y mantenimiento de la calidad del agua para consumo humano. Para cumplir este objetivo se diseñó el plan de medidas correctivas que incluye la matriz de capacitaciones consistentes en 10 etapas y acciones.

Asimismo, se tuvo como tercer objetivo específico la propuesta del Plan de medidas correctivas ya elaborado en la etapa anterior y descrito en el segundo objetivo del presente informe. El cumplimiento de este objetivo se verificó con los análisis de agua post capacitación y mediante el análisis bacteriológico y físico químico de acuerdo a lo estipulado en el D.S. 031 – 2010. S.A.

En cuanto a la hipótesis de investigación, esta supone la implementación de medidas correctivas influye significativamente en la calidad del agua para consumo humano, lo cual se justifica dado que en la actualidad el recurso hídrico está bajo presiones crecientes como consecuencia del crecimiento de la población, el incremento de las actividades pecuarias y el establecimiento de asentamientos humanos en zonas no adecuadas, lo cual ha llevado a una competencia por los recursos limitados de agua dulce. La combinación de problemas económicos y socioculturales sumados a la falta de una cultura destinada al cuidado y conservación del agua, han contribuido a personas que viven en escasas condiciones a sobreexplotar los recursos naturales, lo cual afecta negativamente la calidad del recurso agua; asimismo, las carencias de medidas de control de la contaminación dentro de los hogares dificultan el uso sostenible del vital líquido.

Por otra parte, en los hogares las familias acostumbran a beber el agua directamente sin hervir o tratar previamente antes de consumirla. Las familias que poseen tanques para almacenar agua no acostumbran a realizar la desinfección o limpieza del mismo dando lugar a la acumulación de sarro y otros contaminantes que afectan la calidad del agua.

Por lo expuesto, se justifica la presente investigación dado que los resultados constituyen un valioso aporte tanto para la gestión del agua en la localidad de Marona así como para la prevención de riesgos en la salud de la población.

Finalmente, el presente informe ha sido estructurado en 3 capítulos: En el capítulo I se hace la descripción de la situación problemática que conlleva a la formulación del problema de investigación, los objetivos, la hipótesis y se describe la importancia del tema investigado. En el capítulo II se presentan las referencias bibliográficas consistentes en estudios previos a la investigación, así como la definición de los principales términos relacionados con la investigación. En el capítulo III se presentan los resultados de la investigación de acuerdo a los objetivos propuestos, así como la discusión de resultados y las conclusiones.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la investigación

A nivel internacional

Santos (2015), en su trabajo de investigación intitulado “Conocimiento en cuanto a la calidad del agua potable en tres sectores específicos de Montemorelos”, determinó que existe una relación muy significativa entre la percepción y el conocimiento en los tres sectores de la población. Entre mayor conocimiento tuvieran en relación al agua que consumían, mayor era la percepción que tenían acerca de ella, como de las demás fuentes de agua. Además, los hallazgos de este estudio tienen congruencia con algunas investigaciones que mencionan que, de acuerdo con el conocimiento del individuo por medio del aprendizaje (influencia, medios de comunicación, estudio, etc.), se vería reflejada la percepción hacia la calidad del agua potable. En su estudio demostró que, al paso del tiempo, los factores ambientales, como el desarrollo tecnológico, podrían haber influenciado en la percepción de las personas hacia el cuidado del consumo del agua, debido a que se demostró que las personas desarrollaron metodologías innovadoras para asegurar la calidad del agua en sus hogares. Estas relaciones encontradas ponen de manifiesto que la percepción en torno a la calidad del agua, depende en gran medida de la experiencia por medio de los sentidos y/o de factores medioambientales para decidir el nivel de riesgo a la salud, tales como edad, conocimiento, género, ambiente, etc.

Mora (2013), en su tesis intitulada “Hacia una cultura del agua en la población adulta del municipio de Naolinco, Veracruz” concluyó que la contaminación del agua más que la escasez influye en las prácticas que incluyen el abastecimiento, almacenamiento, consumo y uso del agua. No obstante, en las prácticas que se refieren al cuidado del líquido existe una contradicción; aunque la mala calidad del agua desalienta su cuidado, cuando no hay suficiente disponibilidad del recurso, como en la época de estiaje, aun cuando el líquido presenta contaminación se procura preservarlo. La mayoría de las respuestas demuestra que las personas no se consideran responsables de encontrar o colaborar en la solución al problema de contaminación del agua que

padecen. Asimismo, aquéllos que podrían participar en la solución, dado que sí se juzgan responsables, consideran el problema como de mayor magnitud o superior a la posibilidad de sus esfuerzos y sus recursos como para que su participación incida o influya de forma positiva, por lo que se resignan a vivir en tal situación. Con una perspectiva similar algunas personas evaden la parte de responsabilidad que les corresponde en la contaminación del agua y consideran al “otro” como responsable; empero, las personas que se asumen como parte del problema no estiman que las acciones que puedan realizar realmente puedan contribuir a disminuir la contaminación del líquido. Por lo anteriormente expuesto, es necesario que los individuos sean los gestores de los cambios; sin embargo, depende de su capacidad de autocrítica y de la forma como se impliquen en las soluciones de los problemas. Las estrategias educativas que se incluyen pretenden influir en esa apreciación, desde luego se busca obtener una participación colectiva, pero sin duda ésta inicia con el compromiso y la participación individual.

A nivel nacional

Landeo (2018), en su tesis intitulada “Relación de los métodos por goteo y la eficiencia del cloro residual en la instalación de sistemas de cloración en zonas rurales” concluyó que los métodos por goteo favorecen significativamente en la eficiencia del cloro residual en la instalación de sistemas de cloración en zonas rurales, esto debido a que los resultados finales de cloro residual se encuentran en el rango de 0.5 mg/l – 1mg/l. El método por goteo con flotador adaptado favorece significativamente en la eficiencia del cloro residual en la instalación de sistemas de cloración en zonas rurales, siendo este método el que obtiene mejores resultados de cloro residual y se encuentra en el rango ideal. El método por goteo por embalse favorece significativamente en la eficiencia del cloro residual en la instalación de sistemas de cloración en zonas rurales, ya que se encuentra en el rango ideal, pero a comparación del método por goteo con flotador adaptado tiene menores resultados de cloro residual y es más costoso su instalación.

Castillo (2016), en su investigación denominada “Control fisicoquímico del sistema de tratamiento de agua potable en el distrito de Sucre”, concluyó que de acuerdo a los resultados la calidad del agua distribuida durante el período de estudio, es

relativamente buena en cuanto a la calidad fisicoquímica, cumplen con los límites máximos permisibles establecidos por el reglamento de la calidad de agua para consumo humano y los estándares de calidad ambiental. La concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua del sistema de tratamiento de agua potable en el distrito de Sucre está conforme con los valores obtenidos de los parámetros fisicoquímicos durante el análisis en relación con los estándares de calidad ambiental y límites máximos permisibles. La concentración de los parámetros fisicoquímicos: pH, temperatura (T), conductividad eléctrica (CE), sólidos totales (ST), turbiedad, sulfatos (SO_4^{2-}), cobre (Cu), cromo (Cr), aluminio (Al), nitratos, hierro (Fe) del sistema de tratamiento de agua potable en el distrito de Sucre arrojaron bajas concentraciones por lo tanto se considera agua apta para consumo humano. Los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos pH, temperatura (T), conductividad eléctrica (CE), sólidos totales (ST), turbiedad, sulfatos (SO_4^{2-}), cobre (Cu), cromo (Cr), aluminio (Al), nitratos, hierro del sistema de tratamiento de agua potable en el distrito de Sucre al comparar con los parámetros establecidos por los ECAs y LMPs se observó que se encuentran por debajo de los parámetros establecidos (ECAs y LMPs).

Cava (2016), en su investigación titulada “Caracterización físico – química y microbiológica de agua para consumo humano de la localidad Las Juntas del distrito Pacora – Lambayeque, y propuesta de tratamiento”, concluyó que en caracterización físico - química y microbiológica el agua de consumo humano está dentro de los límites para consumo humano en: pH, dureza total, turbidez, color, nitratos, arsénico, plomo y recuento de heterótrofos. Mientras que los siguientes parámetros sobrepasan los límites para consumo humano: cloruros entre 270 - 298 mg/L, magnesio entre 30,8 - 41,2 mg/L, conductividad eléctrica entre 3400 - 3475 $\mu\text{s}/\text{cm}$, sólidos totales disueltos entre 2040 - 2085 mg/L, sulfatos entre 455,2 - 490,2 mg/L, cloro residual con 0 ppm, coliformes totales entre 30 - 50 UFC/100ml y coliformes termotolerantes entre 1 - 2 UFC/100ml, por lo que puede afectar la salud del consumidor. Se identificó que los factores que inciden en la calidad del agua que consume la población de Las Juntas se debe que no existe la presencia de cloro residual en el agua; las instalaciones del pozo está en malas condiciones físicas; no existe un sistema de mantenimiento en las tuberías desde hace años; no existe personal destinado para este fin; existen factores

de riesgo topográfico como la altura a nivel del mar que facilita la contaminación a través del manto freático y que estas tierras son de uso agrícola; no existe un sistema de supervisión, evaluación y monitoreo de la calidad de agua de parte de las autoridades Municipales.

A nivel regional

Mori (2018), en su tesis titulada “Análisis de la calidad del agua para consumo humano y su tratamiento a escala domiciliaria en el centro poblado de Lahuarpia, Moyobamba, 2018”, concluyó que en cuanto a los parámetros bacteriológicos, encontramos que antes de aplicar la capacitación en promedio existían 62.6 NMP/100 ml de coliformes totales, 96.8 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes y 2.9 NMP/100 ml de *Escherichia Coli* en el agua para consumo humano superando los límites máximos permisibles, lo cual hace que el agua no sea apta para el consumo humano constituyendo un eminente riesgo toxicológico para la población, más aun al no registrar presencia de cloro. La metodología diseñada para capacitar en el uso adecuado y tratamiento del agua a nivel domiciliario, fue determinante para que los pobladores conozcan sobre el agua, sus principales fuentes de abastecimiento, la importancia en la alimentación e higiene personal, el proceso de contaminación del agua y su tratamiento a nivel domiciliario mediante la sedimentación y cloración. Luego de aplicar la capacitación, en cuanto a los parámetros bacteriológicos se registró un promedio de 0.0 NMP/100 ml de coliformes totales, 0.0 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes, 0.0 NMP/100 ml de *Escherichia Coli* y 0.0 NMP/100 ml de Bacterias heterotróficas en el agua y los parámetros físico químicos al no superar los límites máximos permisibles, podemos concluir que el agua es de calidad; es decir apta para el consumo humano. Asimismo, registramos la presencia de 0.89 mg/L de cloro.

Weepiu (2015), en su tesis “Evaluación de los filtros cerámicos para mejorar la calidad del agua para consumo humano en el sector San Mateo, Moyobamba, 2015”, concluyó que, de los 19 parámetros de calidad de agua analizados, una fracción de Coliformes totales y fecales fueron removidas en los tres sistemas de filtración con las siguientes proporciones, en una primera etapa se removió en un 48.33 % y 48.28%, en la segunda etapa en un 45.55 % y 50.00% y en la tercera etapa en un 48.33% y 52.50%. Por lo tanto, el uso de un elemento desinfectante se ve necesaria para completar la remoción

e inactivación de las bacterias. No obstante, esto no amerita a que los filtros no actúen como elemento filtrante, al contrario, la no remoción total de estos parámetros es un tema de investigación pendiente, a pesar de ello podemos decir que dichas bacterias poseen un tamaño mucho más menor que el de los poros del filtro el cual oscila entre 0.074 y 0.250 milímetros, y es por ello que algunos logran atravesarlos. El filtro promovido por este trabajo de investigación es una tecnología que ofrece resultados positivos, aunque no suficientes por el hecho de la no remoción total de solamente dos parámetros. A pesar de haber añadido carbón activado al filtro no se logró la remoción total, inclusive algunos parámetros 114 como los TDS, y Conductividad, Color incrementaron su concentración inicial, situación que no ocurrió cuando se utilizó un filtro fabricado con arcilla 100% pura.

Ramírez (2017), en su investigación “Aplicación de la educación ambiental para desarrollar una cultura sustentable del agua en el centro poblado Los Ángeles. Moyobamba”, concluyó que antes de aplicar los talleres de educación ambiental, los pobladores presentaban deficiente en el indicador percepción del valor del agua, nivel regular en el indicador hábitos de consumo del agua potable, nivel regular en el indicador conocimiento sobre el agua potable, nivel deficiente en el indicador campañas de comunicación y nivel deficiente en el indicador tratamiento del agua que debe realizarse a nivel domiciliario. Estos resultados se debían básicamente al desconocimiento que a población tenía respecto al tema del agua potable. Después de aplicar los talleres de educación ambiental los pobladores presentaban un nivel muy bueno en el indicador percepción del valor del agua, nivel muy bueno en el indicador hábitos de consumo del agua potable, nivel bueno en el indicador conocimiento sobre el agua potable, nivel muy bueno en el indicador campañas de comunicación y nivel muy bueno en el indicador tratamiento del agua que debe realizarse a nivel domiciliario.

1.2. Bases teóricas

1.2.1 Bases legales

Reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S N°031- 2010

El reglamento contempla La gestión de la calidad del agua; La vigilancia sanitaria del agua; El control y supervisión de la calidad del agua; La

fiscalización, las autorizaciones, registros y aprobaciones sanitarias respecto a los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano; Los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano; y la difusión y acceso a la información sobre la calidad del agua para consumo humano.

Gestión de la calidad del agua para consumo humano

Dentro de las entidades para la gestión de una buena calidad de agua para consumo humano en la población el artículo 8° del D.S N°031 menciona que le corresponde según sus competencias a las instituciones del estado como el ministerio de salud

Ministerio de vivienda y construcción de saneamiento, gobiernos locales, gobiernos provinciales y distritales, proveedores de agua para consumo humano, organizaciones comunales y civiles, así como los representantes de la comunidad.

Autoridad competente para la gestión de la calidad del agua para consumo humano.

El Artículo 9° del D.S N°031 señala que el ministerio de salud a través de las direcciones ejecutivas de salud ambiental son las que deben de hacer cumplir estrictamente las normas técnicas que son de sus competencias a las cuales se menciona:

Diseñar la política nacional de calidad del agua para consumo humano;

Normar la vigilancia sanitaria del agua para consumo

Normar los procedimientos técnicos administrativos para la autorización sanitaria de los sistemas de tratamiento del agua para consumo humano previsto en el Reglamento;

Elaborar las guías y protocolos para el monitoreo y análisis de parámetros físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano;

- Normar los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano;

- Normar el procedimiento para la declaración de emergencia sanitaria por las direcciones regionales de salud respecto de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano;
- Supervisar el cumplimiento de las normas señaladas en reglamento en los programas de vigilancia de la calidad de agua para consumo humano en las regiones.
- Otorgar autorización sanitaria a los sistemas de tratamiento de agua para consumo humano de acuerdo a lo señalado en la décima disposición complementaria, transitoria y final del presente reglamento; el proceso de la autorización será realizado luego que el expediente técnico sea aprobado por el ente sectorial o regional competente antes de su construcción.

Asimismo, en el artículo 12° menciona que los gobiernos locales provinciales y distritales están facultados para la gestión de la calidad del agua para consumo humano en sujeción a sus competencias de ley, que se detallan a continuación:

- Velar por la sostenibilidad de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano.
- Supervisar el cumplimiento de las disposiciones del reglamento en los servicios.
- Disponer las medidas que sean necesarias en su sector, a consecuencia de la declaratoria de emergencia sanitaria del abastecimiento del agua por parte de la autoridad de salud de la jurisdicción, para revertir las causas que la generaron.
- Generar las condiciones necesarias para el acceso a los servicios de agua en niveles de calidad y sostenibilidad en su prestación, en concordancia a las disposiciones sanitarias, en especial de los sectores de menores recursos económicos de agua para consumo humano de su competencia.
- Informar a la autoridad de salud de la jurisdicción y tomar las medidas que la ley les faculta cuando los proveedores de su ámbito de competencia no estén cumpliendo los requisitos de calidad sanitaria normados en el reglamento; y cooperar con los proveedores del ámbito de su competencia la implementación de las disposiciones sanitarias normadas en el reglamento.

Calidad del agua para consumo humano

El Artículo 59° del D.S N°031 señala que toda agua será apta para la salud siempre que cumpla los parámetros de calidad establecidos en reglamento.

Parámetros microbiológicos y otros organismos

El artículo 60° menciona que toda agua destinada para el consumo humano, como se indica en el anexo1 debe de estar extinta de: Bacterias coliformes totales, termo tolerantes, Eschericha Coli y Virus; huevos y larvas de helmintos, quistes de protozoarios patógenos; organismos de vida libre como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos y nematodos en todos los estadios.

El artículo 61° menciona que el noventa (90%) de las muestras tomadas en la red de distribución en cada monitoreo establecido en el plan de control, correspondientes a los parámetros químicos que afectan la calidad estética y organoléptica del agua para consumo humano no debe exceder las concentraciones o valores señalados en el anexo II del reglamento. Del diez por ciento (10%) restante, el proveedor evaluara las causas que originaron el incumplimiento y tomara medidas para cumplir con los valores establecidos en el presente reglamento.

Parámetros inorgánicos y orgánicos

Artículo 62° del D.S. N° 031 señala que toda agua destinada para el consumo humano, no deberá exceder los límites máximos permisibles (LMP) para los parámetros inorgánicos y orgánicos señalados en el Anexo III del reglamento.

En el artículo 63° establece los siguientes parámetros de control obligatorio (POC) para todos los proveedores de agua:

1. Coliformes totales
2. Coliformes termotolerantes
3. Color
4. Turbiedad
5. Residual de desinfectante
6. pH

En caso de resultar positiva la prueba de coliformes termotolerantes el proveedor debe realizar el análisis de bacterias eschericha Coli, como prueba confirmativa de la contaminación fecal.

Coliformes en el agua

Las bacterias de los coliformes son familias que se encuentran comúnmente en las descomposiciones de la vegetación, y en las heces de los animales, y del hombre la presencia de esta bacterias de coliformes en el agua es perjudicial para la salud de la población porque éstas bacterias se encuentran en la capa superficial del agua y estas entran al sistema de distribución y contamina las conexiones domiciliarias a consecuencia también de roturas de tuberías (Sawyer et al.,2000).entre tanto también existen factores que permiten el incremento de los microorganismo en el agua dentro del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano como es en su almacenamiento, distribución como el pH temperatura, oxígeno y turbiedad (Galarraga, 1984).

Coliformes totales

La denominación de los coliformes totales son bacterias que tienen características aeróbicas y anaeróbicas gran negativas no esporuladas de forma alargada que se desarrollan en colonias y son de rojo brillante metálico en un medio tipo Endo, tengan lactosa tras una incubación de 24 horas a 35°C que son indicadores de la calidad de agua para consumo humano (Flores, 2016)

Coliformes fecales

Del mismo modo los coliformes fecales también denominados coliformes termotolerantes llamados así por que soportan temperaturas elevadas hasta los 45°C que son un grupo de microorganismos muy reducidos indicadores también de la calidad de agua ya que estas bacterias son de origen fecal y el cual encontramos a la E.coli (Hernández, 2008)

La frecuencia alta de los resultados en los análisis bacteriológicos nos indica que hay una contaminación fecal en el agua, por lo que siempre es preferible realizar el monitoreo para los exámenes bacteriológicos de los sistemas de abastecimiento de agua potable, así como de los cuerpos de agua de las que el hombre será suministrado para su consumo.

Color

El color, uno de los parámetros organolépticos que indican la calidad del agua de consumo humano, está relacionado con las sustancias disueltas y las partículas en suspensión que contiene. La medición del color es importante para conocer el nivel de materia orgánica natural que hay en el agua, ya que su presencia es un factor de riesgo de generación de subproductos nocivos de la desinfección del agua, como, por ejemplo, los trihalometanos. El color del agua se debe a la presencia de materia orgánica natural, como pueden ser las sustancias húmicas o ciertos metales como hierro, manganeso o cobre, que se encuentra disuelta o en suspensión. Es importante diferenciar entre las sustancias que están disueltas en el agua y las partículas que se encuentran en suspensión, ya que esto incide en los valores de lo que se clasifica como "color verdadero" y "color aparente" del agua. El color verdadero es el que depende solamente del agua y las sustancias disueltas en ella, mientras que el color aparente incluiría también las partículas en suspensión. Estas últimas son las responsables de la turbidez del agua. Se establece para el color del agua de consumo humano un valor paramétrico máximo de 15 mg/l Pt/Co (platino - cobalto). (Flores, 2016)

Turbidez

La turbidez del agua es uno de los parámetros más relevantes en el control de la calidad del agua de consumo. 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. El control de la turbidez del agua está estrechamente relacionado con la eficacia de los procesos de desinfección, tanto químicos (cloro u otros biocidas) como físicos (radiaciones UV). A mayor turbiedad, mayor particulado en suspensión en el agua, lo que aumenta la posibilidad de refugio de bacterias, virus y protozoos patógenos en los microhuecos de las partículas en suspensión, y la disminución de la eficacia de los desinfectantes, al no poder contactar físicamente con el organismo diana a eliminar.

Además de partículas inertes en suspensión, el agua turbia puede contener también materia orgánica en suspensión, lo que inhibe el efecto del biocida, que

se pierde al reaccionar con la materia orgánica, y esta reacción puede dar lugar a la formación de subproductos de la desinfección, como los trihalometanos y las tricloroaminas, nocivos para la salud humana.

La turbidez se mide en UNF/NTU: Unidades Nefelométricas de Turbidez. Según la OMS (Organización Mundial para la Salud), la turbidez del agua para consumo humano no debe superar en ningún caso las 5 NTU, y estará idealmente por debajo de 1 NTU. (Metcalf, 1995)

Residual de desinfectante

El cloro es el agente más utilizado en el mundo como desinfectante en el agua de consumo humano, debido principalmente a su carácter fuertemente oxidante, responsable de la destrucción de los agentes patógenos (en especial bacterias) y numerosos compuestos causantes de malos sabores, su más que comprobada inocuidad a las concentraciones utilizadas, la facilidad de controlar y comprobar unos niveles adecuados. Es fundamental mantener en las redes de distribución pequeñas concentraciones de cloro libre residual, desde las potabilizadoras hasta las acometidas de los consumidores, para asegurar que el agua ha sido convenientemente desinfectada. No obstante, es importante señalar que la ausencia de cloro libre residual no implica la presencia de contaminación microbiológica. El cloro residual libre en el agua de consumo humano se encuentra como una combinación de hipoclorito y ácido hipocloroso, en una proporción que varía en función del pH. El cloro residual combinado es el resultado de la combinación del cloro con el amonio (cloraminas), y su poder desinfectante es menor que el libre. La suma de los dos constituye el cloro residual total. La Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que no se ha observado ningún efecto adverso en humanos expuestos a concentraciones de cloro libre en agua potable. Se ha establecido un nivel máximo de cloro de 5 miligramos por litro de agua. (Flores, 2016)

pH o índice de hidrógeno

El pH es una de las pruebas más comunes para conocer parte de la calidad del agua. El pH indica la acidez o alcalinidad, en este caso de un líquido como es el agua, pero es en realidad una medida de la actividad del potencial de iones de hidrógeno (H^+). Las mediciones de pH se ejecutan en una escala de 0 a 14, con

7.0 considerado neutro. Las soluciones con un pH inferior a 7.0 se consideran ácidos. Las soluciones con un pH por encima de 7.0, hasta 14.0 se consideran bases o alcalinos. Todos los organismos están sujetos a la cantidad de acidez del agua y funcionan mejor dentro de un rango determinado.

La escala de pH es logarítmica, por lo que cada cambio de la unidad del pH en realidad representa un cambio de diez veces en la acidez. En otras palabras, pH 6.0 es diez veces más ácido que el pH 7.0; pH 5 es cien veces más ácido que el pH 7.0.

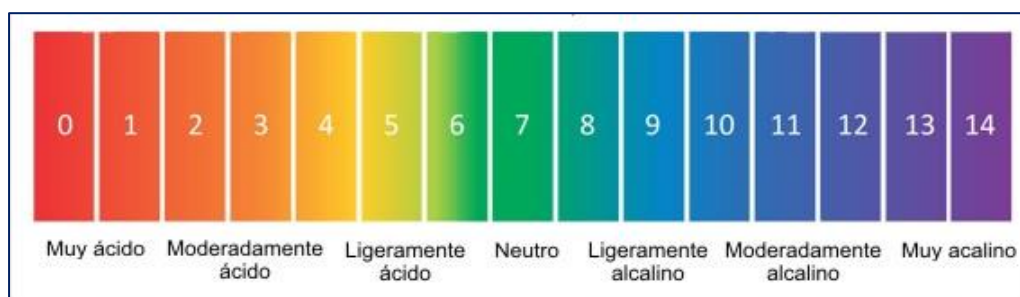


Figura 1. Escala de pH

En general, un agua con un pH < 7 se considera ácido y con un pH > 7 se considera básica o alcalina. El rango normal de pH en agua superficial es de 6,5 a 8,5 y para las aguas subterráneas 6 – 8.5. La alcalinidad es una medida de la capacidad del agua para resistir un cambio de pH que tendría que hacerse más ácida. Es necesaria la medición de la alcalinidad y el pH para determinar la corrosividad del agua. En general, un agua con un pH bajo < 6.5 podría ser ácida y corrosiva. Por lo tanto, el agua podría disolver iones metálicos, tales como: hierro, manganeso, cobre, plomo y zinc, accesorios de plomería y tuberías. Por lo tanto, un agua con un pH bajo corrosiva podría causar un daño prematuro de tuberías de metal, y asociado a problemas estéticos tales como un sabor metálico o amargo, manchas en la ropa, y la característica de coloración azul-verde en tuberías y desagües. La forma primaria para tratar el problema del agua bajo pH es con el uso de un neutralizador. El neutralizador alimenta una solución en el agua para evitar que el agua reaccionar con la fontanería casa o contribuir a la corrosión electrolítica; un producto químico típico de neutralización es el carbonato de calcio. Un agua con un pH > 8.5 podría indicar que el agua alcalina. Puede presentar problemas de incrustaciones por dureza, aunque no representa

un riesgo para la salud, pero puede causar problemas estéticos. Estos problemas incluyen:

- La formación de sarro que precipita en tuberías y accesorios que causan baja presión del agua y disminuye el diámetro interior de la tubería.
- Provoca un sabor salino al agua y puede hacer que el sabor amargo al café;
- La formación de incrustaciones blanquecinas vasos y vajillas de cocina.
- Dificultad en hacer espuma de jabones y detergentes, y la formación de precipitados en la ropa. (Metcalf, 1995)

1.2.2. El agua

El agua es esencial para los seres vivos, animal y vegetal, cuyos cuerpos se componen 70% de agua en la vida se utiliza el agua como medio de dilución y transporte interno de los elementos y sus combinaciones necesarios para el desarrollo de los organismos, (Prieto, 2004), igualmente el agua es más importante de todo los compuestos siendo un elemento fundamental para toda forma de vida y el 60 a 70 % aproximadamente del cuerpo humano está compuesto de agua teniendo en cuenta que en forma natural casi no existe pura siempre contiene sustancias minerales y orgánicas disueltas o en suspensión. (Levine, 1998)

El agua es uno de los recursos naturales más importantes y escasos que tienen las personas alrededor del mundo, nuestro país no es una excepción muchas de nuestras poblaciones se ven obligados a beber agua de fuentes cuya calidad deja mucho que desear y produce un sin fin de enfermedades a niños y adultos, (MINSA, 2012), excepcionalmente la importancia del agua desde el punto de vista químico reside en que; la totalidad de procesos químicos ocurren en la naturaleza el agua es un líquido constituido por dos sustancias gaseosas: oxígeno e hidrogeno su fórmula química está representado por H₂O (Vargas, 2008)

El agua presenta propiedades físicas, químicas y biológicas en la actualidad con el afán de elevar el bienestar de la colectividad se programan y planifican una serie de medidas tendientes a resolver los numerosos problemas de la salud ya que el agua se comporta como un medio de difusión de enfermedades; por tal

razón debe vigilarse permanentemente la calidad sanitaria de la misma para evitar epidemias, (Alvarez, 1991). a su vez el agua en su estado natural es incoloro, insabor e inodora es un buen conductor y disolvente, adquiere la forma del recipiente que lo contenga, el agua comienza a formar un color característico y olor debido a materia orgánica y productos químicos (Zarza, 2009).

1.2.5 La Contaminación del agua

Las heces de los animales y/o hombres siguen siendo factores de riesgo para la contaminación del agua provocando diversas enfermedades en la salud de la población es muy importante realizar una prevención y control sanitario para mantener salubres a una determinada población (Aurazo, 2004)

Contaminación por actividades humanas

El uso frecuente de los detergentes domésticos, productos químicos que son vertidos a los causes de los ríos, lagos y mares son los contaminantes más frecuentes causando daños ambientales a los ecosistemas de los cuerpos de agua como son los ríos, manantes, lagos y lagunas (Aurazo, 2004)

Contaminación por actividades agrícolas

Las actividades agrarias están contaminación también los cuerpos de agua a través de los usos frecuentes de agroquímicos como, insecticidas, herbicidas y plaguicidas en todas las actividades agrícolas estos elementos químicos después de usarlos aumentan las sales en el suelo ocasionando la desertificación de los terrenos ocasionados por el incremento del pH y los contenidos del compuesto químico del bicarbonato disminuyan y aumenten la salinización de los suelos (Contreras, 2013)

1.2.9 Técnicas de análisis microbiano en aguas

Número más probable (NMP).

El método de número más probable NMP es el cálculo de la densidad probable de bacterias coliformes en la combinación de resultado positivo y negativo obtenido en cada dilución, este se basa contando el número de tubos con fermentación positiva y comparando con la tabla del número más probable para

coliformes Totales y *Escherichia coli*, con un nivel de confianza estadística del 95% para cada valor determinado y expresado como NMP de coliformes por 100 mL de muestra de agua (Camacho, 2009).

a) Conteo directo. Se realiza mediante microscopio o la cámara de conteo petroff-Hauser, (Pascual & Calderón, 2000), así mismo las celdas de conteo están diseñadas partes que cada cuadro de la cámara corresponda a un volumen específico, ya que la profundidad es conocida. En vista de que es imposible diferenciar por esta técnica células vivas de células muertas la medida del ensayo se reporta como conteo total (Crites, 2000)

b) Cultivo en placas. El vertido en placa y el esparcido en placa son métodos utilizados para realizar la siembra, identificación y conteo de bacterias, en el método de vertido en placa, la muestra de agua que va a ser analizada se somete a diluciones sucesivas,

(Chemical Company, 2005) menciona que además una muestra de cada dilución se coloca en una caja para la siembra de bacterias parte el medio de cultivo se calienta hasta que se encuentre en estado líquido y puede ser vertido en una placa para mezclar con la muestra diluida, para su posterior incubación bajo condiciones controladas, al transcurrir el periodo de incubación establecido se saca la placa Petri de la estufa y se recuentan las colonias crecidas, el número de colonias aparecidas es expresado en Unidades Formadoras de Colonia UFC, por cada 100 ml de agua (Gil, 2010).

c) Filtro de membrana. Filtración por membrana este método consiste en pasar la muestra con ayuda del vacío a través de una membrana de celulosa de 0.45 micras de tamaño de poro, para que queden retenidas en las bacterias de tipo coniforme y las mesofílicas, (Anderson, 2000), cabe señalar que el filtro es colocado en un medio de cultivo específico para lo que se desea determinar en la muestra coliformes totales, coliformes fecales y microorganismos mesofílicas, incubando a $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante a horas (Paez, 2008).

d) Fermentación en tubos múltiples. La técnica de fermentación en tubos múltiples se base en el principio de la dilución hasta la extinción. Las mayores

cantidades de concentraciones indican como un número más probables en los resultados obtenidos en laboratorio NMP/100ml (Chemical Company, 2005), como también la determinación del número más probable es aplicable por el método de Poisson para valores extremos encontrados en el análisis del número de resultados positivos y negativos obtenidos en ensayos de diferentes fracciones de la muestra de volúmenes iguales y en fracciones que formen series geométricas

1.2.10 Normas vigentes de calidad del agua potable en el Perú

La accesibilidad del agua para consumo humano es una necesidad básica y además es un derecho fundamental para la existencia de todo ser vivo (SUNASS, 2004) los requisitos indispensables para hacer cumplir este derecho es que tengan valores normales de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológico en tal sentido desde el año 2010, se cuenta con el “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”, este reglamento no solo establece límites máximos permisibles para el agua potable, sino incluye las nuevas responsabilidades que deberán cumplir los Gobiernos Regionales, referente a la Vigilancia de la Calidad del Agua para el Consumo humano (Dirección General de Salud Ambiental , 2010).

El Decreto Supremo No. 031-2010-SA, anexa los parámetros microbiológicos, parasitológicos y organolépticos con las que deben de cumplir las muestras de agua potable, los cuales se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 1

Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos.

| Parámetros | Unidad de medida | LMP |
|----------------------------|-------------------|-----|
| Coliformes totales | UFC/100 mL a 35°C | 0 * |
| Coliformes termotolerantes | UFC/100 mL a 35°C | 0* |
| Bacterias heterotróficas | UFC/100 mL a 35°C | 500 |

UFC = Unidad Formadora de Colonias

(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml.

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS. N° 031-2010- SA, aprobado 24 de setiembre del 2010.

Tabla 2

Límites máximos Permisibles de los Parámetros de calidad del agua para consumo humano.

| Parámetros | Unidad de medida | LMP |
|---------------------------|------------------|-----------|
| Olor | --- | Aceptable |
| Sabor | --- | Aceptable |
| Color | UCV escala pt/Co | 15 |
| Turbiedad | UNT | 5 |
| pH | Valor de pH | 6.5 a 8.5 |
| Conductividad | umho/cm | 1500 |
| Sólidos totales disueltos | mg/L-1 | 1000 |
| Cloruros | mg cl-L-1 | 250 |
| Sulfatos | mg L-SO4-L-1 | 250 |
| Dureza total | mg CaCo33L-1 | 500 |
| Amoníaco | mg N L-1 | 1.5 |
| Hierro | mg Fe L-1 | 0.3 |
| Magnesio | mg Mn L-1 | 0.4 |
| Aluminio | mg Al L-1 | 0.2 |
| Cobre | mg Cu L-1 | 2.0 |
| Zinc | mg Zn L-1 | 3.0 |
| Sodio | mg Na L-1 | 200 |

UCV: Unidad de color verdadero.

UNT: Unidad nefelométricas de turbiedad.

Fuente: Reglamento de la calidad del agua para consumo humano DS.N°031-2010-SA Aprobado el 24 de septiembre del 2010.

1.2.11 Salud pública y calidad del agua

El agua es con frecuencia una fuente potencial de enfermedades infecciosas y también de intoxicaciones químicas, por consiguiente, el factor individual más importante para asegurar la salud pública: los métodos que normalmente se emplea para determinar la calidad de agua depende de técnicas microbiológicas y químicas estandarizadas. Incluso cuando el agua parece totalmente limpia y transparente puede estar contaminada con microorganismos patógenos y constituir un serio problema para la salud. No resulta práctico analizar el agua para cada organismo patógeno que pueda estar presente en un determinado abastecimiento de agua, la presencia de unos cuantos microorganismos no patógenos en lo general tolerable, e incluso inevitable. Sin embargo, los suministros de agua deben ser analizados en cuanto a la presencia de microorganismos indicadores específicos cuya existencia señala una posible contaminación, (Madigan, 2012).

2.2.12 Tecnologías apropiadas para desinfección del agua

Desinfección física

Desinfección por ebullición: Una recomendación típica para desinfectar el agua mediante desinfección es la de hacer que el agua hierba vigorosamente por 10 a 12 minutos.

En realidad, un minuto a 100 °C, destruirá la mayoría de los patógenos, incluidos los del cólera y muchos mueren a 70 °C. Las desventajas principales de hervir el agua son las de utilizar combustible y es una labor que consume mucho tiempo.

Radiación solar: Es un método efectivo para aguas claras, pero su efectividad es reducida cuando el agua es turbia o contiene constituyentes tales como el nitrato, sulfato, hierro en su forma ferrosa. Este método no produce ningún residuo el agua contra una nueva contaminación ha sido usada en países en desarrollo, pero muy poco aplicado en países en desarrollo (Rojas et al. 2002).

La desinfección solar utiliza la radiación solar para inactivar y destruir a los patógenos que se hallan presentes en el agua. El tratamiento consiste en llenar recipientes transparentes de agua y exponerlos a plena luz solar por unas cinco horas (dos días consecutivos bajo un cielo que está 100% soleado). La desinfección ocurre por una combinación de radiación y tratamiento térmico (la temperatura del agua no necesita subir muy por encima de 50 °C). La desinfección solar requiere agua relativamente clara (turbidez inferior a 30 NTU) (CEPAL, 2002).

La aireación: puede lograrse agitando vigorosamente un recipiente lleno de agua hasta la mitad o permitiendo al agua gotear a través de una o más bandejas perforadas que contienen pequeñas piedras. La aireación aumenta el contenido de aire del agua, elimina las sustancias volátiles tales como el sulfuro de hidrógeno, que afectan al olor y el sabor, y oxida el hierro y el manganeso a fin de que formen precipitados que puedan eliminarse mediante sedimentación o filtración.

Coagulación y floculación: Si el agua contiene sólidos en suspensión, la coagulación y la floculación pueden utilizarse para eliminar gran parte del material. En la coagulación, se agrega una sustancia al agua para cambiar el comportamiento de las partículas en suspensión. Hace que las partículas, que anteriormente tendían a repelerse unas de otras, sean atraídas las unas a las otras o hacia el material agregado. La coagulación ocurre durante una mezcla rápida o el proceso de agitación que inmediatamente sigue a la adición del coagulante. El proceso de floculación que sigue a la coagulación, consiste de ordinario en una agitación suave y lenta. Durante la floculación, las partículas entran más en contacto recíproco, se unen unas a otras para formar partículas mayores que pueden separarse por sedimentación o filtración. El alumbre (sulfato de aluminio) es un coagulante que se utiliza tanto al nivel de familia como en las plantas de tratamiento del agua. Los coagulantes naturales incluyen semillas en polvo del árbol Moringa olifeira y tipos de arcilla tales como la bentonita.

La filtración: incluye el tamizado mecánico, la absorción y la adsorción y, en particular, en filtros de arena lentos, los procesos bioquímicos. Según el tamaño, el tipo y la profundidad del filtro, y la tasa de flujo y las características físicas del agua sin tratar, los filtros pueden extraer los sólidos en suspensión, los patógenos y ciertos productos químicos, sabores y olores. El tamizado y la sedimentación son métodos de tratamiento que preceden Útilmente a la filtración para reducir la cantidad de sólidos en suspensión que entran en la fase de filtración. Esto aumenta el período en el cual el filtro puede operar antes de que necesite limpieza y sustitución. La coagulación y la floculación también son tratamientos útiles antes de la sedimentación y mejoran aún más la eliminación de sólidos antes de la filtración.

Almacenamiento y sedimentación: Al almacenar el agua en condiciones no contaminantes por un día se puede conseguir la eliminación de más del 50% de la mayoría de las bacterias. Los períodos más largos de almacenamiento conducirán a reducciones aún mayores. Durante el almacenamiento, los sólidos en suspensión y algunos de los patógenos se depositarán en el fondo del recipiente. El agua sacada de la parte superior del recipiente será relativamente clara (a menos que los sólidos sean muy pequeños, tales como partículas de

arcilla) y tendrá menos patógenos. El sistema de tratamiento de tres ollas en las que se echa agua sin tratar a la primera olla, donde se decanta en la segunda olla después de 24 horas y se echa en la tercera olla después de 24 horas adicionales, aprovecha los beneficios del almacenamiento y la sedimentación.

Tamizado: Echar el agua a través de un paño de algodón limpio eliminará una cierta cantidad de sólidos en suspensión o turbidez. Se han construido telas de filtro de monofilamento especial para uso en las zonas en las que prevalece la enfermedad del nematodo de Guinea. Las telas filtran los copépodos que son los huéspedes intermedios de las larvas del nemátodo de Guinea.

Desinfección química

La cloración es el método más ampliamente utilizado para desinfectar el agua. Se empezó a utilizar a inicios del siglo XX; y fue quizás el evento tecnológico más importante en la historia del tratamiento del agua. La fuente de cloro puede ser el hipoclorito de sodio (tal como blanqueador casero o electrolíticamente generado a partir de una solución de sal y agua), la cal clorada o el hipoclorito hiperconcentrado (comprimidos de cloro). El yodo es otro desinfectante químico excelente que se utiliza a veces. El yodo no debería utilizarse por períodos prolongados (más de unas cuantas semanas). Tanto el cloro como el yodo deben agregarse en cantidades suficientes para destruir todos los patógenos, pero no tanto que el sabor se vea adversamente afectado. Puede ser difícil decidir cuál es la cantidad apropiada debido a que las sustancias en el agua reaccionarán con el desinfectante y la potencia del desinfectante puede reducirse con el tiempo según la forma en que se almacene.

Plata coloidal.

Según Russell (1994), existen por lo menos 4 diferentes productos conocidos como plata coloidal. El primer tipo de producto es el clásico, usualmente conocido como “plata electro-coloidal”, este producto es hecho por electrólisis de bajo voltaje, este producto se encuentra usualmente en concentraciones entre 3 - 5 ppm, pero algunas veces es mayor de 100 ppm. Consiste en partículas microscópicas, plata elemental disuelta en agua, con ningún otro elemento

presente. Cada partícula de plata lleva una carga eléctrica positiva. Plata coloidal hecha de esta manera parece transparente o trasparente con un tono amarillento.

La segunda forma es llamada “Proteína suave de plata”, este producto amarra partículas microscópicas de plata y proteínas en una molécula, es usualmente encontrada en concentraciones entre 20 y 40 ppm. Su apariencia puede ser transparente o ámbar.

La tercera son “sales de plata”. Estos productos pueden ser obtenidos químicamente o electro químicamente y usualmente crean una forma de plata que se “disuelve” en agua. Los rangos de concentración están entre 50 y 500 ppm. Las partículas de plata llevan una carga positiva, pero casi invariablemente, estos productos contienen otros productos o componentes además de la plata.

La cuarta forma algunas veces es referida como “plata en polvo”, este producto fue desarrollado por los rusos y es hecho cuando un cable de plata pura es rápidamente desintegrado por una corriente de alto voltaje, similar a una vieja bombilla de flash fotográfico. El polvo microscópico de plata es recogido disuelto en agua o adicionado a ungüentos y cremas para uso de actualidad. El rango de concentración está entre 100 – 500 ppm.

Todos estos productos funcionan, en un mayor grado que otro, en un ancho espectro germicida porque todos ellos contienen partículas microscópicas de plata.

Según lo anterior, es importante tener claridad en los siguientes aspectos: Estos productos no son suspensiones coloidales de plata. Todos estos productos no se comportan de igual forma en el cuerpo que en el laboratorio.

La efectividad y las dosis varían de producto en producto, la calidad varía de un producto a otro y de lote a lote con el mismo producto y no todos son uniformes, seguros y no tóxicos

Propiedades de la plata

Se conocen algunos metales que inactivan el SH (Sulfuro de hidrógeno) que une las enzimas. La plata es ampliamente utilizada para saber si una enzima contiene grupos de SH como parte de su estructura funcional.

Tres principales mecanismos son responsables por la inactivación microbiológica que genera la plata (Russell, 1994):

- La plata reacciona con el grupo Tiol (sulfidrilo, SH) en las células bacterianas

- a. En los grupos estructurales

- b. En las proteínas (enzimáticas) funcionales.

- La Plata causa cambios estructurales en las membranas de las células bacterianas.

- La plata interactúa con los ácidos nucleicos.

Aunque no se sabe cuál de estos mecanismos es el predominante en los filtros promovidos por CPP, los datos de laboratorio muestran claramente que el filtro impregnado con plata coloidal promovido por CPP remueve 99-100 por ciento de bacterias (CIRA-UNAN, fechas varias). La investigación de Heining sobre los depósitos de plata en una superficie inerte es de especial importancia para el filtro promovido por CPP. (Heinig, 1993) demostró que la plata en un área superficial inerte exhibe una fuerte reacción catalítica con el oxígeno, lo cual resulta en una fuerte actividad bactericida. Los factores controladores de la reacción catalítica fueron: El tamaño y dispersión de la plata en el área superficial del lecho, y el volumen de oxígeno en la solución. Heining encontró que los virus y bacterias murieron al contacto sin necesidad de liberar el metal en el agua.

La plata como un inhibidor enzimático.

Las células vivas se caracterizan por un complejo y hermosamente organizado patrón de reacciones químicas mediadas y dirigidas por sistemas de enzimas (Web, 1963). Web continúa con la descripción de la teoría de enzimas inhibitoras como la base para el entendimiento de la “energética celular”.

El distorsionar directamente las vías de las reacciones enzimáticamente dirigidas con la introducción de una sustancia química es una manera entre otras de alterar la actividad metabólica. Otros mecanismos para alterar la actividad metabólica incluyendo el cambio de la temperatura o el pH, por la irradiación a presión alta, son no específicos además de que raramente se tiene idea de lo que está

ocurriendo en el complejo de la matriz protoplásmica. Si se tuviera que escoger la característica más importante e interesante de los inhibidores de las enzimas, las cuales los hacen una de las herramientas más poderosas en muchos de los campos de la investigación biológica, esta sería su especificidad relativa. Mientras más sepamos sobre la naturaleza exacta de la perturbación producida y más selectiva pueda hacerse esta acción, es más probable que emergerá una clara interrelación y la meta del entendimiento del energético celular será alcanzada.

Un número de metales son conocidos como inactivadores del enlace SH (sulfuro de hidrógeno, o sulfidril, o tiol) en las enzimas. La plata es ampliamente usada en aplicaciones bioquímicas para determinar si una enzima tiene un grupo SH como parte de su estructura funcional.

Un resumen por Web J. de datos colectados sobre la acción de plata en los enlaces SH, muestra inactivación extremadamente variada dependiendo de enzima específica y concentración. Estas diferentes reactividades pueden atribuirse a un campo eléctrico que rodea al grupo SH, a factores estéricos que dependen de la localización del grupo SH en la estructura de la proteína, presencia de enlaces disulfidos, complejos del grupo SH con grupos alrededor, y de si hay un simple o doble grupo SH. Otros inhibidores del SH estudiados, incluyen mercurio, arseniato, cadmio, yoduro, cianuro férrico, y permanganato.

Aunque existen grandes variaciones, es claro que la plata inactiva ciertas enzimas en fuentes que son responsables de las enfermedades transmitidas por el agua.

Interacción de la plata con la pared celular.

(Russell, 1994); detalló que la plata se ata a la membrana celular de las bacterias. Las células sensitivas entonces incrementan su tamaño y contenido citoplásmico, y las membranas celulares y estructuras celulares externas presentan anomalías. Estas anomalías resultan en lisis celular y la muerte. La concentración de plata coloidal necesaria para inhibir e inactivar de bacteria se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 3*Concentración de plata coloidal necesaria para inhibir e inactivar de bacteria.*

| Bacteria | Concentración necesaria para inhibición (µg/mL) | Concentración necesaria para inactivación |
|--------------------------|---|---|
| E. coli | 0.50 | 2.02 |
| E. coli (dental) | 1.03 | 8.25 |
| Providencia stuartii | 0.13 | 0.73 |
| Proteus mirabilis | 0.08 | 2.51 |
| Pseudomonas aeruginosa | 0.31 | 2.51 |
| Serratia | 0.08 | 0.51 |
| Staphylococcus albus | 0.12 | 0.85 |
| Staphylococcus aureus | 0.03 | 0.26 |
| Staphylococcus aureus | 0.25 | 8.25 |
| Streptococcus group D | 0.63 | 10.05 |
| Streptococcus mitis | 0.31 | 10.05 |
| Streptococcus monila | 1.25 | 10.05 |
| Streptococcus mutans | 0.63 | 10.05 |
| Streptococcus pyogenes | 0.24 | 0.48 |
| Streptococcus pyogenes | 0.24 | 0.48 |
| Streptococcus salivarius | 1.03 | 8.25 |

Fuente: Russell, 1994

1.3. Definición de términos básicos**Agua**

Es elemento líquido formado por dos átomos de hidrógeno (H) y uno de oxígeno (O) cuya fórmula química H₂O (DIGESA, 2010).

Agua cruda.

Es aquella agua en estado natural, captada para abastecimiento que no ha sido sometido a procesos de tratamiento (DIGESA, 2010)

Agua superficial.

Fuente donde se encuentra fluyendo constantemente como los ríos o en reposo como los lagos, lagunas y manantiales (DIGESA, 2010).

Agua tratada.

Toda agua sometida a procesos físicos, químicos y/o Biológicos para convertirla en un producto inocuo para el consumo humano (DIGESA, 2010).

Agua para consumo humano.

Agua apta para consumo humano y para todo uso domésticos habitual, incluida la higiene personal (DIGESA, 2010)

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 (FAO 1993).

Límite máximo permisible (LMP).

Son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua (DIGESA, 2010).

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Materiales

- Papel bond A4: se papel bond blanco fabricado con fibra mayoritariamente reciclada utilizado para las encuestas, llenado de datos de los participantes.
- Lapiceros Faber Castell: bolígrafo cilíndrico transparente, comodidad para escribir con zona grip en la empuñadura, se utilizó para el llenado de fichas.
- Folders manila A4: los sobres bond oficio se caracterizan por ser tipo cartera, con goma permanente, fabricados con papel de primera calidad, gramaje uniforme y medidas exactas, utilizadas para guardar las fichas obtenidas.
- Cuaderno de campo marca Alpha: cuaderno que se utilizó en las anotaciones en los días en los monitoreos.
- Cámara fotográfica marca Canon: Sensor: CMOS APS-C (22.3 x 14.9 mm) 24.2 megapixels, sistema de enfoque automático AF: 45 puntos de enfoque, todos ellos en cruz, se utilizó para capturar imágenes de los trabajos en campo.
- Computadora marca Magitech: Procesador: Intel Core i7-5960X, 3.50 GHz, 20 MB Cache, Memoria RAM: 16GB DDR3 2400Mhz, Chipset: Intel X99, Disco, Duro: SSD 480GB + 2TB 7200 RPM, Video: GTX 980 4GB 384bits GDDR5., Pantalla: BENQ 3D GAMING 24", se utilizó para procesar los datos obtenidos en campo.
- Impresora Epson L365: Resolución: Hasta 5760 x 1440 dpi de resolución, Tamaño de la gota: 3 picolitros, Número de inyectores: Monocromática: 180 boquillas (K) Color: 59 boquillas x 3 (CMY), se utilizó para imprimir los resultados procesados.
- Muestra de agua (un litro): se obtuvo de las muestras obtenidas en la planta de tratamiento de agua y en las conexiones domiciliarios de los pobladores.
- Gotero plástico: goteros de la mejor calidad a la venta a un precio muy económico y los puede adquirir en presentación de 10, 15, 30, 45 y 60 mililitros, se utilizó para colocar la dosificación de cloro en el agua.
- Lejía clorox: Producto desinfectante para diferentes usos, mata el 99.9% de las bacterias y gérmenes, desinfecta y blanquea. Ideal para baños, cocinas, pisos, etc, se utilizó para tratamiento intradomiciliario.
- Plata coloidal: Son agregados de muchas moléculas pequeñas, unidas en una especie de estado amorfo diferente de los estados cristalinos comunes de estas

sustancias, hoy reconocemos que muchos de estos “agregados” son, de hecho, moléculas únicas con una masa molar muy grande, se utilizó para tratamiento intradomiciliario.

- Tinas de plástico marca Rey: accesorios de plásticos que sirven para almacenamiento de agua, en la cual se realizó la dosificación.
- Guantes quirúrgicos: se utilizó guantes de latex descartables para la toma de muestras de agua para evitar alguna alteración a los resultados.

2.2. Métodos

- El diseño de investigación fue pre experimental con un solo grupo, cuyo esquema es el siguiente:

GE: O₁ X O₂

Donde

GE: es el grupo pre experimental

O₁: son los resultados antes del plan

O₂: son los resultados después del plan

X: es el plan de medidas correctivas

- Según datos proyectados por el INEI (2016), la población total es de 763 habitantes, (397 varones y 366 mujeres). Para efectos del presente estudio se consideró N=763 pobladores
- Para la elaboración del plan de medidas correctivas fué necesario determinar el tamaño de la muestra, para lo cual se usó la siguiente fórmula

$$n = \frac{NZ^2PQ}{(N-1)E^2 + Z^2PQ} \quad \text{Asumiendo un nivel de confianza del 90\% (Z=1.28) y}$$

un nivel de precisión E=10%, la muestra quedó determinada de la siguiente manera:

$$n = \frac{763(1.28)^2(0.5)(0.5)}{(763-1)(0.10)^2 + (1.28)^2(0.5)(0.5)} = 39 \text{ pobladores}$$

- En cuanto a la calidad del agua para consumo humano se realizaron dos muestreos antes y después de aplicar las medidas correctivas. El muestreo se realizó al azar considerando un litro de agua para cada análisis.

- En forma aleatoria se identificaron las 39 viviendas resultantes del muestreo, procediendo a entrevistar a los miembros de las familias entre los cuales se eligió un representante como colaborador para la investigación.
- Posteriormente aleatoriamente se tomaron dos muestras de agua de los domicilios las cuales consistían de un litro cada una, para luego ser llevadas al laboratorio Anaquímicos servicios generales E.I.R.L, para su análisis bacteriológico y físico químico de acuerdo a lo estipulado en el D.S. 031 – 2010. S.A.
- En esta parte de la investigación sólo fue necesario tomar dos muestras dado que los pobladores consumen la misma agua entubada y debido al costo que implica cada análisis de laboratorio.
- Después se agrupó a las familias de acuerdo a sus horarios disponibles y las cercanías a sus hogares. En esta parte de la investigación se encontró con la dificultad de contar con todos los pobladores en un solo grupo por lo que se optó en dividirlos en dos grupos.
- La participación consistió en un miembro por cada familia notándose que de los 39 pobladores la mayoría eran mujeres dado que los varones se dedicaban a otras labores lo cual impedía su participación. Además, la participación no fue total argumentando falta de tiempo dado que las madres de familia se encargaban de preparar los alimentos y realizar las tareas diarias en el hogar.
- A continuación, se aplicó la propuesta a manera de talleres de capacitación lo cual consistió en charlas teóricas y demostraciones prácticas desde el cuidado hasta el tratamiento del agua.
- Aproximadamente un mes después de la capacitación y en forma aleatoria se volvieron a tomar dos muestras de agua en sus domicilios las cuales consistían de un litro cada una para luego ser llevadas al laboratorio para su análisis de acuerdo a lo estipulado en el D.S. 031 – 2010. S.A.
- Con los resultados obtenidos del laboratorio se procedió al tratamiento estadístico en Ms Excel, que consistió en obtener los promedios y la construcción de tablas estadísticas.
- Respecto a la prueba de la hipótesis, esta consistió en comprobar que los parámetros de la calidad del agua para consumo humano se encuentren dentro o superan de los límites máximos permisibles.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Calidad del agua para consumo humano antes de aplicar el plan de medidas correctivas

En las tablas de la 4 a la 8, se presentan los resultados provenientes de laboratorio en cuanto al análisis del agua para consumo humano antes de la investigación y de acuerdo a los parámetros de control obligatorio según el D.S. 031 – 2010. S.A

Tabla 4

Presencia de coliformes totales según la preprueba.

| Muestras | Resultado | Límite máximo permisible | Observación |
|----------|-----------------|--------------------------|------------------|
| M1 | 1125 NMP/100 ml | 0.0 NMP/100 ml | Supera el límite |
| M2 | 1357 NMP/100 ml | | |
| Promedio | 1241 NMP/100 ml | | |

Según los resultados mostrados en la tabla 4 respecto a la preprueba, en promedio existían 1241 NMP/100 ml de coliformes totales en el agua para consumo humano superando el límite máximo permisible

Tabla 5

Presencia de coliformes termotolerantes según la preprueba.

| Muestras | Resultado | Límite máximo permisible | Observación |
|----------|----------------|--------------------------|------------------|
| M1 | 472 NMP/100 ml | 0.0 NMP/100 ml | Supera el límite |
| M2 | 520 NMP/100 ml | | |
| Promedio | 496 NMP/100 ml | | |

Según los resultados mostrados en la tabla 5 respecto a la preprueba, en promedio existían 496 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes en el agua para consumo humano superando el límite máximo permisible.

Tabla 6*Color del agua según la preprueba.*

| Muestras | Resultado | Límite máximo permisible | Observación |
|----------|-------------------|--------------------------|---------------------|
| M1 | 14 UCV-Pt/Co | 15 NMP/100 ml | No supera el límite |
| M2 | 13 UCV-Pt/Co | | |
| Promedio | 13.5 UCV-Pt/Co ml | | |

Según los resultados mostrados en la tabla 6, respecto a la preprueba, en promedio el color del agua para consumo humano era de 13.5 UCV-Pt/Co no superando el límite máximo permisible

Tabla 7*Turbiedad del agua según la preprueba.*

| Muestras | Resultado | Límite máximo permisible | Observación |
|----------|------------|--------------------------|---------------------|
| M1 | 5.4 U.N.T | 5 U.N.T | No supera el límite |
| M2 | 4.05 U.N.T | | |
| Promedio | 4.72 U.N.T | | |

Según los resultados mostrados en la tabla 7, respecto a la preprueba, en promedio la turbiedad del agua para consumo humano era de 4.72 U.N.T no superando el límite máximo permisible.

Tabla 8*Cloro residual libre en el agua según la preprueba.*

| Muestras | Resultado | Límite máximo permisible | Observación |
|----------|-----------|--------------------------|------------------|
| M1 | 0.0 mg/L | 0.3 U.N.T | Supera el límite |
| M2 | 0.0 mg/L | | |
| Promedio | 0.0 mg/L | | |

Según los resultados mostrados en la tabla 8, respecto a la preprueba, en promedio la cantidad de cloro residual en el agua para consumo humano era de 0.0 mg/L encontrándose fuera del límite máximo permisible

Tabla 9*pH en el agua según la preprueba.*

| Muestras | Resultado | Límite máximo permisible | Observación |
|----------|--------------------|--------------------------|-------------------|
| M1 | 6.81 unidad de pH | 6.5 – 8.5 U.N.T | Dentro del límite |
| M2 | 6.52 unidad de pH | | |
| Promedio | 6.665 unidad de pH | | |

Según los resultados mostrados en la tabla 9 respecto a la preprueba, en promedio el pH en el agua para consumo humano era de 6.665 unidades de pH encontrándose dentro del límite máximo permisible

3.2. Capacitación a los miembros del centro poblado mediante el plan de medidas correctivas para el tratamiento del agua

Objetivo

Los objetivos del plan para garantizar la aplicación de prácticas adecuadas en el abastecimiento de agua de consumo son la reducción al mínimo de la contaminación de las aguas de origen, la reducción o eliminación de los contaminantes mediante operaciones de tratamiento y la prevención de la contaminación durante el almacenamiento, la distribución y la manipulación del agua de consumo. Estos objetivos son aplicables tanto a los grandes sistemas de distribución de agua por tuberías, como a los pequeños sistemas de abastecimiento comunitarios y a los sistemas domésticos.

Acciones

- El conocimiento del sistema concreto y de su capacidad de suministrar agua que cumpla las metas de protección de la salud;
- La determinación de las posibles fuentes de contaminación y del modo en que pueden controlarse;
- La validación de las medidas de control empleadas para combatir los factores de peligro;

- La aplicación de un sistema de monitoreo de las medidas de control adoptadas en el sistema de abastecimiento de agua;
- La adopción en un plazo suficiente de medidas correctoras para garantizar el suministro continuo de agua inocua; y
- La verificación de la calidad del agua de consumo, con el fin de comprobar la correcta ejecución del plan y que su eficacia es la precisa para cumplir las normas u objetivos de calidad del agua pertinentes local.

Componentes

El plan propuesto respecto a las medidas para el consumo de agua segura comprende tres componentes fundamentales;

Evaluación del sistema para determinar si la cadena de abastecimiento de agua de consumo (hasta el punto de consumo) en su conjunto puede proporcionar agua cuya calidad cumpla las metas de protección de la salud. Se incluye también la evaluación de los criterios de diseño de los sistemas nuevos;

Monitoreo que consistió en la determinación de las medidas que, de forma colectiva, controlarán los riesgos identificados en un sistema de abastecimiento de agua de consumo y garantizarán el cumplimiento de las metas de protección de la salud. Para cada medida de control determinada, debe definirse un medio adecuado de monitoreo operativo que garantice la detección rápida y oportuna de cualquier desviación con respecto al funcionamiento requerido; y

Planes de gestión que describan las medidas que deben adoptarse durante el funcionamiento normal y cuando se produzcan incidentes, y que documenten los planes de evaluación (incluidos los relativos a las ampliaciones y mejoras), monitoreo y comunicación del sistema, así como los programas complementarios.



Figura 2. Resumen de las etapas fundamentales de la elaboración de un plan de medidas correctivas.

Matriz de capacitación

| | |
|----------------|---|
| Tema | Tratamiento del agua |
| Centro poblado | Marona |
| Objetivo | Contribuir con el tratamiento del agua a nivel domiciliario y la valoración como fuente de vida |

Momento 1: Registro de participantes

| Procedimiento | Tiempo | Materiales |
|---|---------|-------------------------------------|
| Los asistentes se van inscribiendo de acuerdo a la llegada. Se utilizan solaperas para los nombres. | 10 min. | Lista de participantes. Tarjetas |

Momento 2: Presentación de participantes

| Procedimiento | Tiempo | Materiales | Actividad |
|---|---------|-------------------------|---|
| Se presentan a los participantes, en parejas. El primero presenta al segundo y viceversa, indicando el nombre del compañero y | 20 min. | Lista de participantes. | En esta dinámica se crea un ambiente de trabajo se rompe el hielo y se conocen entre ellos. |

Momento 3: Presentación de objetivos y reglas de trabajo

| Procedimiento | Tiempo | Materiales | Actividad |
|---|--------|----------------------|--|
| Se presenta el tema a tratar, los objetivos, y la metodología a ser utilizada para desarrollar la capacitación. | 10min. | Papelote y plumones. | Hacer participar a todos en las reglas de convivencia. |

Momento 4: Exploración

| Procedimiento | Tiempo | Materiales | Actividad |
|--|---------------|---------------------------------|--|
| Se pregunta a los participantes: ¿Porqué es importante el tema del agua?, ¿Cómo se contamina el agua y que produce?, ¿Cómo podemos tratar el agua en el hogar? | 20 min. | Papelotes, tarjetas y plumones. | Se pone un papelote para cada tema y capacitador va clasificando las respuestas y va haciendo un esquema |

Momento 5: Desarrollo

| Procedimiento | Tiempo | Materiales | Actividad |
|--|---------------|-------------------------------------|---|
| Se realiza la exposición y dialogo reforzando y ampliando los conocimientos de los asistentes y desarrollando una parte práctica visitando algunos lugares | 60 min. | Rotafolios, esquemas, figuras, etc. | Se utilizan algunas dinámicas de motivación de manera participativa según el comportamiento de los participantes. |

Momento 6: Evaluación

| Procedimiento | Tiempo | Materiales | Actividad |
|--|---------------|--|--|
| Los participantes en grupos de 4 exponer el tema del tratamiento del agua y hacen la demostración del tratamiento mediante clorado y plata coloidal. | 60 min | Papelotes, Cinta masking, cloro, gotero, tinas, plata, agua. | Se crea un clima de competencia y participación. Se motiva a los participantes para reafirmar sus conocimientos. |

3.3. Mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano mediante la aplicación del Plan de medidas correctivas

En las tablas de la 10 a la 21, se presentan los resultados provenientes de laboratorio en cuanto al análisis del agua para consumo humano después de la investigación y de acuerdo a los parámetros de control obligatorio según el D.S. 031 – 2010. S.A

Tabla 10

Presencia de coliformes totales en el agua tratada con hipoclorito de calcio.

| Muestras | Resultado | Límite máximo permisible | Observación |
|----------|---------------|--------------------------|------------------|
| M1 | 22 NMP/100 ml | 0.0 NMP/100 ml | Supera el límite |
| M2 | 10 NMP/100 ml | | |
| Promedio | 16 NMP/100 ml | | |

Según los resultados mostrados en la tabla 9, en promedio existían 16 NMP/100 ml de coliformes totales en el agua para consumo humano superando el límite máximo permisible.

Tabla 11

Presencia de coliformes totales en el agua tratada con plata coloidal.

| Muestras | Resultado | Límite máximo permisible | Observación |
|----------|---------------|--------------------------|---------------------|
| M1 | 0 NMP/100 ml | 0.0 NMP/100 ml | No supera el límite |
| M2 | 00 NMP/100 ml | | |
| Promedio | 0 NMP/100 ml | | |

Según los resultados mostrados en la tabla 11, en promedio existían 0 NMP/100 ml de coliformes totales en el agua para consumo humano no superando el límite máximo permisible

Tabla 12

Presencia de coliformes termotolerantes en el agua tratada con hipoclorito de calcio.

| Muestras | Resultado | Límite máximo permisible | Observación |
|----------|----------------|--------------------------|------------------|
| M1 | 8 NMP/100 ml | 0.0 NMP/100 ml | Supera el límite |
| M2 | 5 NMP/100 ml | | |
| Promedio | 6.5 NMP/100 ml | | |

Según los resultados mostrados en la tabla 12, en promedio existían 6.65 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes en el agua para consumo humano superando el límite máximo permisible.

Tabla 13

Presencia de coliformes termotolerantes en el agua tratada con plata coloidal.

| Muestras | Resultado | Límite máximo permisible | Observación |
|----------|--------------|--------------------------|---------------------|
| M1 | 0 NMP/100 ml | 0.0 NMP/100 ml | No supera el límite |
| M2 | 0 NMP/100 ml | | |
| Promedio | 0 NMP/100 ml | | |

Según los resultados mostrados en la tabla 13, en promedio existían 0 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes en el agua para consumo humano no superando el límite máximo permisible.

Tabla 14

Color del agua tratada con hipoclorito de calcio.

| Muestras | Resultado | Límite máximo permisible | Observación |
|----------|------------------|--------------------------|---------------------|
| M1 | 8 UCV-Pt/Co | 15 NMP/100 ml | No supera el límite |
| M2 | 7 UCV-Pt/Co | | |
| Promedio | 7.5 UCV-Pt/Co ml | | |

Según los resultados mostrados en la tabla 14, respecto a la posprueba, en promedio el color del agua para consumo humano era de 7.5 UCV-Pt/Co no superando el límite máximo permisible.

Tabla 15*Color del agua tratada con plata coloidal.*

| Muestras | Resultado | Límite máximo permisible | Observación |
|----------|-----------------|--------------------------|---------------------|
| M1 | 10 UCV-Pt/Co | 15 NMP/100 ml | No supera el límite |
| M2 | 10 UCV-Pt/Co | | |
| Promedio | 10 UCV-Pt/Co ml | | |

Según los resultados mostrados en la tabla 15, en promedio el color del agua para consumo humano era de 10 UCV-Pt/Co no superando el límite máximo permisible establecido.

Tabla 16*Turbiedad del agua tratada con hipoclorito de calcio.*

| Muestras | Resultado | Límite máximo permisible | Observación |
|----------|------------|--------------------------|---------------------|
| M1 | 4.8 U.N.T | 5 U.N.T | No supera el límite |
| M2 | 4.5 U.N.T | | |
| Promedio | 4.65 U.N.T | | |

Según los resultados mostrados en la tabla 16, en promedio la turbiedad del agua para consumo humano era de 4.65 U.N.T no superando el límite máximo permisible.

Tabla 17*Turbiedad del agua tratada con plata coloidal.*

| Muestras | Resultado | Límite máximo permisible | Observación |
|----------|------------|--------------------------|------------------|
| M1 | 5.2 U.N.T | 5 U.N.T | Supera el límite |
| M2 | 5.3 U.N.T | | |
| Promedio | 5.25 U.N.T | | |

Según los resultados mostrados en la tabla 17, en promedio la turbiedad del agua para consumo humano era de 5.25 U.N.T superando el límite máximo permisible establecido.

Tabla 18

Cloro residual libre en el agua tratada con hipoclorito de calcio.

| Muestras | Resultado | Límite máximo permisible | Observación |
|----------|------------|--------------------------|-------------------|
| M1 | 0.3 mg/L | 0.5 U.N.T | Dentro del límite |
| M2 | 0.35 mg/L | | |
| Promedio | 0.325 mg/L | | |

Según los resultados mostrados en la tabla 18, en promedio la cantidad de cloro residual en el agua para consumo humano era de 0.325 mg/L encontrándose dentro del límite máximo permisible.

Tabla 19

Cloro residual libre en el agua tratada con plata coloidal.

| Muestras | Resultado | Límite máximo permisible | Observación |
|----------|-----------|--------------------------|-------------------|
| M1 | 0.3 mg/L | 0.5 U.N.T | Dentro del límite |
| M2 | 0.3 mg/L | | |
| Promedio | 0.3 mg/L | | |

Según los resultados mostrados en la tabla 19, en promedio la cantidad de cloro residual en el agua para consumo humano era de 0.3 mg/L encontrándose dentro del límite máximo permisible.

Tabla 20

pH en el agua tratada con hipoclorito de calcio.

| Muestras | Resultado | Límite máximo permisible | Observación |
|----------|--------------------|--------------------------|-------------------|
| M1 | 6.7 unidad de pH | 6.5 – 8.5 U.N.T | Dentro del límite |
| M2 | 6.63 unidad de pH | | |
| Promedio | 6.665 unidad de pH | | |

Según los resultados mostrados en la tabla 20, en promedio el pH en el agua para consumo humano era de 6.665 unidades de pH encontrándose dentro del límite máximo permisible.

Tabla 21*pH en el agua tratada con plata coloidal.*

| Muestras | Resultado | Límite máximo permisible | Observación |
|----------|-------------------|--------------------------|-------------------|
| M1 | 6.93 unidad de pH | 6.5 – 8.5 U.N.T | Dentro del límite |
| M2 | 6.93 unidad de pH | | |
| Promedio | 6.93 unidad de pH | | |

Según los resultados mostrados en la tabla 21, en promedio el pH en el agua para consumo humano era de 6.93 unidades de pH encontrándose dentro del límite máximo permisible.

A continuación, se presenta un cuadro en donde se compara los parámetros antes y después de aplicar las medidas correctivas.

| SIN MEDIDAS CORRECTIVAS | | CON MEDIDAS CORRECTIVAS | | | |
|---|---------------------|--|---------------------|--|---------------------|
| | | HIPOCLORITO DE CALCIO | | PLATA COLOIDAL | |
| coliformes totales del agua - pre prueba | | coliformes totales del agua - post prueba | | coliformes totales del agua - post prueba | |
| M1 | 1125 NMP/100 ml | M1 | 22 NMP/100 ml | M1 | 0 NMP/100 ml |
| M2 | 1357 NMP/100 ml | M2 | 10 NMP/100 ml | M2 | 00 NMP/100 ml |
| Promedio | 1241 NMP/100 ml | Promedio | 16 NMP/100 ml | Promedio | 0 NMP/100 ml |
| LMP | 0.0 NMP/100 ml | LMP | 0.0 NMP/100 ml | LMP | 0.0 NMP/100 ml |
| Observación | Supera el límite | Observación | Supera el límite | Observación | No supera el límite |
| coliformes termotolerantes del agua - pre prueba | | coliformes termotolerantes del agua - post prueba | | coliformes termotolerantes del agua - post prueba | |
| M1 | 472 NMP/100 ml | M1 | 8 NMP/100 ml | M1 | 0 NMP/100 ml |
| M2 | 520 NMP/100 ml | M2 | 5 NMP/100 ml | M2 | 0 NMP/100 ml |
| Promedio | 496 NMP/100 ml | Promedio | 6.5 NMP/100 ml | Promedio | 0 NMP/100 ml |
| LMP | 0.0 NMP/100 ml | LMP | 0.0 NMP/100 ml | LMP | 0.0 NMP/100 ml |
| Observación | Supera el límite | Observación | Supera el límite | Observación | No supera el límite |
| Color del agua - pre prueba | | Color del agua - post prueba | | Color del agua post prueba | |
| M1 | 14 UCV-Pt/Co | M1 | 8 UCV-Pt/Co | M1 | 10 UCV-Pt/Co |
| M2 | 13 UCV-Pt/Co | M2 | 7 UCV-Pt/Co | M2 | 10 UCV-Pt/Co |
| Promedio | 13.5 UCV-Pt/Co ml | Promedio | 7.5 UCV-Pt/Co ml | Promedio | 10 UCV-Pt/Co ml |
| LMP | 15 NMP/100 ml | LMP | 15 NMP/100 ml | LMP | 15 NMP/100 ml |
| Observación | No supera el límite | Observación | No supera el límite | Observación | No supera el límite |
| Turbiedad del agua – pre prueba | | Turbiedad del agua – post prueba | | Turbiedad del agua – post prueba | |
| M1 | 5.4 U.N.T | M1 | 4.8 U.N.T | M1 | 5.2 U.N.T |
| M2 | 4.05 U.N.T | M2 | 4.5 U.N.T | M2 | 5.3 U.N.T |
| Promedio | 4.72 U.N.T | Promedio | 4.65 U.N.T | Promedio | 5.25 U.N.T |
| LMP | 5 U.N.T | LMP | 5 U.N.T | LMP | 5 U.N.T |
| Observación | No supera el límite | Observación | No supera el límite | Observación | Supera el límite |
| Cloro residual libre en el agua – pre prueba | | Cloro residual libre en el agua – post prueba | | Cloro residual libre en el agua – post prueba | |
| M1 | 0.0 mg/L | M1 | 0.3 mg/L | M1 | 0.3 mg/L |
| M2 | 0.0 mg/L | M2 | 0.35 mg/L | M2 | 0.3 mg/L |
| Promedio | 0.0 mg/L | Promedio | 0.325 mg/L | Promedio | 0.3 mg/L |
| LMP | 0.3 U.N.T | LMP | 0.5 U.N.T | LMP | 0.5 U.N.T |
| Observación | Supera el límite | Observación | Dentro del límite | Observación | Dentro del límite |
| pH en el agua – pre prueba | | pH en el agua – post prueba | | pH en el agua – post prueba | |
| M1 | 6.81 unidad de pH | M1 | 6.7 unidad de pH | M1 | 6.93 unidad de pH |
| M2 | 6.52 unidad de pH | M2 | 6.63 unidad de pH | M2 | 6.93 unidad de pH |
| Promedio | 6.665 unidad de pH | Promedio | 6.665 unidad de pH | Promedio | 6.93 unidad de pH |
| LMP | 6.5 – 8.5 U.N.T | LMP | 6.5 – 8.5 U.N.T | LMP | 6.5 – 8.5 U.N.T |
| Observación | Dentro del límite | Observación | Dentro del límite | Observación | Dentro del límite |

Las adversidades que se presentaron en el momento de intervenir con las charlas del plan de medidas correctivas

- Los participantes de las capacitaciones eran un poco tímidas o un poco cohibidas en el momento de interactuar con las demás personas, además de ser del mismo centro poblado, no participaban solían escuchar solo las charlas brindadas.

- Al comenzar existió un poco de rechazo a las capacitaciones, porque eran conformistas con el tipo de servicio de agua potable que les brindaban.
- En las capacitaciones solo participaban mujeres en la mayoría, se realizó estrategias modificando el horario en la noche, para ver si personas varones lograr que participen en las capacitaciones.

3.4. Discusiones:

3.4.1. Al analizar la calidad del agua para consumo humano mediante los parámetros de control obligatorio antes de su tratamiento domiciliario, encontramos que, en la preprueba, en promedio existían 1241 NMP/100 ml de coliformes totales en el agua para consumo humano superando el límite máximo permisible; en promedio existían 496 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes en el agua para consumo humano superando el límite máximo permisible. Al respecto, las bacterias coliformes no deben estar presentes en sistemas de abastecimiento, almacenamiento y distribución de agua, por tanto, en el presente caso se tienen indicios que el tratamiento fue inadecuado.

Asimismo, se realizó la medición del color que es importante para conocer el nivel de materia orgánica natural que hay en el agua, ya que su presencia es un factor de riesgo de generación de subproductos nocivos de la desinfección del agua, como los trihalometanos. En este sentido en promedio el color del agua para consumo humano era de 13.5 UCV-Pt/Co no superando el límite máximo permisible. En cuanto a la turbiedad del agua para consumo humano, en promedio era de 4.72 U.N.T no superando el límite máximo permisible. La medición de este parámetro resulta importante dado que, a mayor turbiedad mayor particulado en suspensión en el agua, lo que aumenta la posibilidad de refugio de bacterias, virus y protozoos patógenos en los microhuecos de las partículas en suspensión, y la disminución de la eficacia de los desinfectantes, al no poder contactar físicamente con el organismo a eliminar.

También se consideró la medición del cloro residual dado que el cloro es el agente más utilizado en el mundo como desinfectante en el agua de consumo humano, debido principalmente a su carácter fuertemente oxidante, responsable de la destrucción de los agentes patógenos, en especial bacterias. Al respecto el cloro residual en el agua para consumo humano, menciona Landero (2018) las

ventajas de instalar sistemas de cloración en zonas rurales. En el caso de la presente investigación encontramos que promedio de cloro residual en el agua era de 0.0 mg/L, encontrándose fuera del límite máximo permisible. Respecto al pH, en promedio era de 6.665 unidades de pH encontrándose dentro del límite máximo permisible. Al respecto, menciona Landero (2018) las ventajas de instalar sistemas de cloración en zonas rurales

Asimismo, los resultados encontrados coinciden con la investigación realizada por Cava (2016), quien realizó la caracterización físico – química y microbiológica de agua para consumo humano de la localidad Las Juntas del distrito Pacora – Lambayeque, concluyendo entre otras que los coliformes totales, coliformes termotolerantes, color y turbiedad superan los límites máximos permisibles.

3.4.2. Para la capacitación a los miembros del centro poblado en el control y mantenimiento de la calidad del agua para consumo humano, fue necesario diseñar y aplicar talleres y charlas para que los pobladores conozcan sobre el agua, sus fuentes de abastecimiento, la importancia que tiene en y para la vida, para el cuidado de la salud y el proceso de contaminación y descontaminación del agua. Producto de la capacitación los pobladores valoraron la importancia de contar con agua de calidad para el consumo humano, así como también se capacitaron con técnicas para tratamiento, ahorro consumo de agua.

Los contenidos de la propuesta básicamente educativa estaban orientados a capacitar a un miembro de la familia para que estos puedan transmitirlos a los demás miembros. Estos contenidos fueron la importancia del agua para la vida, enfermedades relacionadas con la contaminación del agua, recojo y almacenamiento y usos del agua, desinfección del agua en el domicilio (uso de lejía y plata coloidal) y estrategias para el uso adecuado del agua. Al finalizar la capacitación y a juzgar por los resultados obtenidos podemos afirmar que fue determinante para que la población mejore sus hábitos de cuidado y tratamiento del agua en sus domicilios. En este sentido revaloramos la importancia de la educación sanitaria dado que muchas enfermedades pueden ser evitadas si los pobladores hacen uso de conocimientos básicos de tratamiento del agua para su consumo. Asimismo, se coincide con Ramírez, L (2017) quien menciona que

antes de aplicar los talleres de educación ambiental, los pobladores presentaban deficiente a regular nivel en la percepción del valor del agua, hábitos de consumo del agua potable, conocimiento sobre el agua potable y tratamiento del agua que debe realizarse a nivel domiciliario. Estos resultados se debían básicamente al desconocimiento que a población tenía respecto al tema del agua potable.

3.4.3. Después de aplicar el plan de medidas correctivas y al aplicar el cloro, en promedio existían 16 NMP/100 ml de coliformes totales en el agua superando el límite máximo permisible, mientras que aplicando la plata coloidal en promedio existían 0 NMP/100 ml de coliformes totales no superando el límite máximo permisible; aplicando el cloro en promedio existían 6.65 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes en el agua superando el límite máximo permisible mientras que aplicando la plata coloidal que en promedio existían 0 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes en el agua no superando el límite máximo permisible; aplicando el cloro en promedio el color del agua para consumo humano era de 7.5 UCV-Pt/Co no superando el límite máximo permisible mientras que aplicando la plata coloidal en promedio el color del agua era de 10 UCV-Pt/Co no superando el límite máximo permisible establecido; aplicando el cloro en promedio la turbiedad del agua para consumo humano era de 4.65 U.N.T no superando el límite máximo permisible mientras que aplicando la plata coloidal en promedio la turbiedad del agua era de 5.25 U.N.T superando el límite máximo permisible establecido; aplicando el cloro en promedio la cantidad de cloro residual en el agua para consumo humano era de 0.325 mg/L encontrándose dentro del límite máximo permisible; aplicando el cloro en promedio el pH del agua era de 6.665 unidades de pH encontrándose dentro del límite máximo permisible mientras que aplicando la plata coloidal en promedio el pH en el agua era de 6.93 unidades de pH encontrándose dentro del límite máximo permisible.

CONCLUSIONES

Al analizar la calidad del agua para consumo humano mediante los parámetros de control obligatorio antes de su tratamiento domiciliario, encontramos en promedio que tanto los coliformes totales como los coliformes termotolerantes superaban los límites máximos permisibles constituyéndose en un grave peligro para la salud de los pobladores. Asimismo, no se encontró la presencia de cloro en el agua. En cuanto al color, turbiedad y pH se encontraban dentro del límite máximo permisible.

Para la capacitación a los miembros del centro poblado en el control y mantenimiento de la calidad del agua para consumo humano, se realizó mediante talleres y charlas para que los pobladores conozcan sobre el agua, sus fuentes de abastecimiento, la importancia que tiene y para la vida, para el cuidado de la salud y el proceso de contaminación y descontaminación del agua. Producto de la capacitación los pobladores valoraron la importancia de contar con agua de calidad para el consumo humano, cuyos resultados se evidenciaron al aplicar la pos prueba.

Después de la capacitación encontramos que al aplicar el cloro en promedio los coliformes totales en el agua se había reducido de 1241 NMP/100 ml a 16 NMP/100, mientras que los coliformes termotolerantes de se redujeron de 496 NMP/100 ml a 6.65 NMP/100 ml. Al aplicar la plata coloidal estos dos parámetros se redujeron a 0 NMP/100 ml con lo cual se demostró que la plata coloidal es óptima para el tratamiento del agua para consumo humano.

En cuanto al color y al pH tanto al aplicar el cloro como la plata coloidal este parámetro se mantenía dentro del límite máximo permisible. La turbiedad del agua para consumo humano al aplicar el cloro no superaba el límite máximo permisible mientras que aplicando la plata coloidal en promedio la turbiedad del agua superó dicho límite. Finalmente, se evidenció a presencia de 0.325 mg/L de cloro en el agua encontrándose dentro del límite permisible.

Asimismo, con respecto a la hipótesis de la investigación, la implementación de medidas correctivas si influye significativamente en la calidad del agua, eliminando por completo coliformes totales, coliformes termotolerantes y reduciendo parámetros físicos químicos como es el color, el pH y la turbiedad.

RECOMENDACIONES

- A las autoridades municipales y de salud realizar monitoreos constantes respecto a los parámetros obligatorios para la calidad del agua para consumo humano dado que se evidencio incumplimiento con el cronograma de cloración.
- A las autoridades municipales gestionar el mantenimiento oportuno y adecuado de las redes de conducción del agua en cuanto a su limpieza y desinfección.
- A la población tomar conciencia que el agua no tratada adecuadamente constituye un riesgo para la salud, por tanto, deben continuar con el tratamiento a nivel domiciliario para asegurar la calidad del agua.
- A los futuros tesistas experimentar con otras técnicas para el tratamiento del agua, dado que el trabajo debe ser constante en la población para de esta manera mitigar el efecto que el agua no apta para el consumo humano tiene en la salud.
- Las medidas utilizadas es trabajar en grupos y capacitar sobre las medidas correctivas como mejorar en la cloración intradomiciliaria con los agentes descontaminantes.
- En el contexto de evaluación proporcionar información necesaria del sistema de abastecimiento del tipo de agua del cual se abastecen, para así poder incentivar al cuidado de sus fuentes.
- Apoyar en los trabajos del monitoreo conjuntamente con la entidad competente (centro de salud) para proporcionar las muestras necesarias que son extraídas de su domicilio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ, A. “Salud pública y medicina preventiva”. México, 1991. En manual del libro.
- ANDERSON, C, “Microbiología alimentaria”. II Edición. España, 2000.
- AURAZO, G, “La Contaminación en el centro del país”. Tambo – Huancayo. 2004
- CAMACHO, A, “Método para la determinación de bacterias coliformes, coliformes fecales y Escherichia Coli por la Técnica de dilución en tubo múltiple”. México. 2009.
- CASTILLO, T, “Control fisicoquímico del sistema de tratamiento de agua potable en el distrito de Sucre”. Universidad Nacional de Cajamarca. Facultad de Ciencias Agrarias, Perú, 2016.
- CAVA, T, “Caracterización físico – química y microbiológica de agua para consumo humano de la localidad Las Juntas del distrito Pacora – Lambayeque”. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Facultad de Ciencias, Perú, 2016.
- CHEMICAL COMPANY, N. “& Manual del Agua su Naturaleza, Tratamiento y Aplicaciones”. México. 2005 McGraw-Hill/Interamericana.
- COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL), “Financiamiento e inversión para el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe: perspectivas regionales para instrumentar el Consenso de Monterrey y el Plan de Implementación de Johannesburgo. Santiago de Chile”, Chile, 2012.
- CONTRERAS, L, “Contaminación de Aguas Superficiales por Residuos de Plaguicida en Venezuela y otros países de Latinoamérica”. Venezuela, 2013.
- CRITES, R, “Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Poblaciones”. Bogotá – Colombia, 2000.
- Perú. En Decreto Supremo N° 031-2010 02/2010, febrero del 2010 del DIRECCION GENERAL DE SALUD AMBIENTAL, num. 10, p.
- Perú. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, 2010 del DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL.
- GALARRAGA, E, “Algunos Aspectos Relacionados con microorganismo en agua potable”. Revista Politécnica de Información Técnica Científica, 1984.

- GIL, E, “Análisis Microbiológico y Químico de las Aguas y Técnicas de Muestreo, Facultad de Ciencias Biológicas”. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo – Perú, 2010
- HEINING, C, “La plata, una nueva tecnología de catalizador para el saneamiento de fase acuosa”, ciencia y tecnología. USA, 1993.
- HERNANDEZ, C, “Detección de Salmonella y Coliformes Fecales en agua de uso agrícola para la producción de melón”. México, 2008.
- LANDEO, A, “Relación de los métodos por goteo y la eficiencia del cloro residual en la instalación de sistemas de cloración en zonas rurales”. Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ciencias de Ingeniería, Perú, 2010.
- LEVINE, A, “Evaluación del agua para consumo humano de la comunidad de LlanucanCHA del Distrito de Abancay, Provincia de Abancay”. Universidad Tecnológica. Facultad de Ingeniería, de los Andes”. Perú, 1998.
- MADIGAN, M, “Biología de los microorganismos”. Madrid – España, 2012.
- METCALF, “Ingeniería de aguas residuales tratamiento vertido y reutilización”. Madrid - España: Mc Graw, 1995.
- MORA, A, “Hacia una cultura del agua en la población adulta del municipio de Naolinco Veracruz”. Universidad Veracruzana, 2013.
- Perú. “Técnicas para la Construcción de Captaciones de Aguas Superficiales”. Organización Panamericana de la Salud, 2004.
- OTERO, S, “Creación y diseño de organismo de cuencas en la subcuenca Rio Copan. Costa Rica”, CATIE. 2002.
- PAEZ, L,” Validación Secundaria del Método de Filtración por Membrana para la Detección de Coliformes Totales y Escherichia Coli en muestras de agua para consumo humano analizadas en el laboratorio de salud pública del Huila”. Colombia, 2008.
- RAMIREZ, L, “Aplicación de la educación ambiental para desarrollar una cultura sustentable del agua en el centro poblado Los Ángeles. Moyobamba”. Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ecología, Perú, 2017.
- Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S.031-2010-SA)

- RUSSEL, A, “Actividad antimicrobiana, una acción de la plata”, Progreso en química medicinal. New York, 1994.
- SANTOS, J, “Conocimiento en cuanto a la calidad del agua potable en tres sectores específicos de Montemorelos”. UAM. México, 2015.
- VARGAS, L, “Tratamiento de aguas de consumo humano”. Lima, 2008.
- WEB, J, “Inhibidores enzimáticos y metabólicos, principios generales de inhibición” Academia Ress. Londres, 1963.
- WEEPIU, J. “Evaluación de los filtros cerámicos para mejorar la calidad del agua para consumo humano en el sector San Mateo, Moyobamba”. Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ecología, Perú, 2015.
- ZARZA, L. “La guerra del agua, un futuro distópico no tan lejano”. 2009.

ANEXOS

Anexo 1

Informes de Laboratorio

**INFORME N° 019B-2019/ANAQUIMICOS/CC/SLCH**

SOLICITANTE : Junior Iván Fabián Torres

PROYECTO DE TESIS : “ Evaluación de la Calidad del agua para consumo humano y propuesta de un plan de medidas correctivas en el centro poblado de Marona. Moyobamba, 2018”.

TIPO DE MUESTRA : Agua Superficial

PUNTO DE MUESTREO : Captación y redes de distribución

SECTOR : Marona – Jepelacio

HORA : 10:05 - 10:40 A.M

FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 11-01-2019

MUESTREO POR : Solicitante


FECHA DE EMISIÓN : 14-01-2019

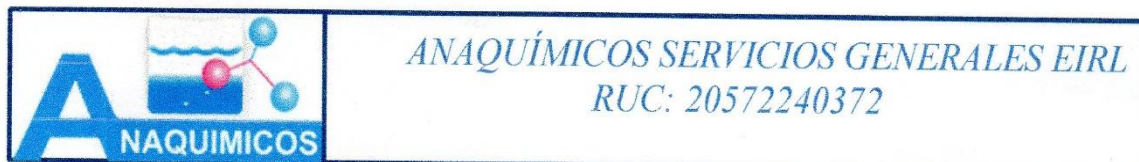
RESULTADOS DE ENSAYOS

| PARÁMETROS | UNIDAD | PARÁMETROS | | |
|--|--------------|---|--|--------------------------------|
| | | M-1 Entrada agua cruda sin desinfectante | M-3 Redes de distribución con Plata coloidal con 1.5 voltios de corriente. | Límites Máximos Permisibles |
| Coliformes Totales (35.5 +- 0.2°C) | NMP/100ml | 1125 | 0 | 0 |
| Coliformes Termotolerantes (44.5 +- 0.2°C) | NMP/100ml | 472 | 0 | 0 |
| Color | UCV-Pt/Co | 14 | 10 | 15 |
| Turbiedad | U.N.T | 5.4 | 5.2 | 5 |
| Cloro Residual Libre | mg/L | 0.0 | 0.3 | 0.5 |
| pH | Unidad de pH | 6.81 | 6.93 | 6.5-8.5 |

Metodología: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 9221 E-1, 23rd Ed-2017.

ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES EIRL


 Ing. Samuel López Chávez
 CIP: N° 140674
 TITULAR GERENTE



INFORME N° 018B-2019/ANAQUIMICOS/CC/SLCH

SOLICITANTE : Junior Iván Fabián Torres

PROYECTO DE TESIS : “ Evaluación de la Calidad del agua para consumo humano y propuesta de un plan de medidas correctivas en el centro poblado de Marona. Moyobamba, 2018”.

TIPO DE MUESTRA : Agua Superficial.

PUNTO DE MUESTREO : Captación y redes de distribución.

SECTOR : Marona – Jepelacio.

HORA : 10: 05 A.M - 10:30 A.M

FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 11-01-2019

MUESTREADO POR : Solicitante

FECHA DE EMISIÓN : 14-01-2019

RESULTADOS DE ENSAYOS

| PARÁMETROS | UNIDAD | PARÁMETROS | | |
|---|--------------|--|--|--------------------------------|
| | | M-1 Entrada agua cruda sin desinfectante. | M-2 Redes de distribución con hipoclorito de Calcio al 70% | Límites Máximos Permisibles |
| Coliformes Totales (35.5 +/- 0.2°C) | NMP/100ml | 1125 | 22 | 0 |
| Coliformes Termotolerantes (44.5 +/- 0.2°C) | NMP/100ml | 472 | 8.0 | 0 |
| Color | UCV-Pt/Co | 14 | 8 | 15 |
| Turbiedad | U.N.T | 5.4 | 4.8 | 5 |
| Cloro Residual Libre | mg/L | 0.0 | 0.3 | 0.5 |
| pH | Unidad de pH | 6.81 | 6.70 | 6.5-8.5 |

Metodología: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 9221 E-1, 23rd Ed-2017.

ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES EIRL

Ing. Samuel López Chávez

CIP: N° 140674
TITULAR GERENTE



ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES EIRL
RUC: 20572240372

INFORME N° 56B-2019/ANAQUIMICOS/CC/SLCH

SOLICITANTE : Junior Iván Fabián Torres

PROYECTO DE TESIS : “ Evaluación de la Calidad del agua para consumo humano y propuesta de un plan de medidas correctivas en el centro poblado de Marona. Moyobamba, 2018”.

TIPO DE MUESTRA : Agua Superficial.

PUNTO DE MUESTREO : Captación y redes de distribución.

SECTOR : Marona – Jepelacio.

HORA : 10:22 A.M – 10: 57 A.M

FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 21-08-2019

MUESTREADO POR : Solicitante.

FECHA DE EMISIÓN : 23-08-2019

RESULTADOS DE ENSAYOS

| PARÁMETROS | UNIDAD | PARÁMETROS | | |
|--|--------------|---|--|--------------------------------|
| | | M-1 Entrada agua cruda sin desinfectante | M-3 Redes de distribución con Plata coloidal con 1.5 voltios de corriente. | Límites Máximos Permisibles |
| Coliformes Totales (35.5 +- 0.2°C) | NMP/100ml | 1357 | 0 | 0 |
| Coliformes Termotolerantes (44.5 +- 0.2°C) | NMP/100ml | 520 | 0 | 0 |
| Color | UCV-Pt/Co | 13 | 10 | 15 |
| Turbiedad | U.N.T | 4.05 | 5.3 | 5 |
| Cloro Residual Libre | mg/L | 0.0 | 0.3 | 0.5 |
| pH | Unidad de pH | 6.52 | 6.93 | 6.5-8.5 |

Metodología: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 9221 E-1, 23rd Ed-2017.

ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES EIRL


Ing. Samuel López Chávez
CIP: N° 140674
TITULAR GERENTE



ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES EIRL
RUC: 20572240372

INFORME N° 55B-2019/ANAQUIMICOS/CC/SLCH

SOLICITANTE : Junior Iván Fabián Torres

PROYECTO DE TESIS : “ Evaluación de la Calidad del agua para consumo humano y propuesta de un plan de medidas correctivas en el centro poblado de Marona. Moyobamba, 2018”.

TIPO DE MUESTRA : Agua Superficial

PUNTO DE MUESTREO : Captación y redes de distribución.

SECTOR : Marona – Japelacio

HORA : 10: 22 A.M – 10:50 A.M

FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 21-08-2019

MUESTREADO POR : Solicitante


FECHA DE EMISIÓN : 23-08-2019

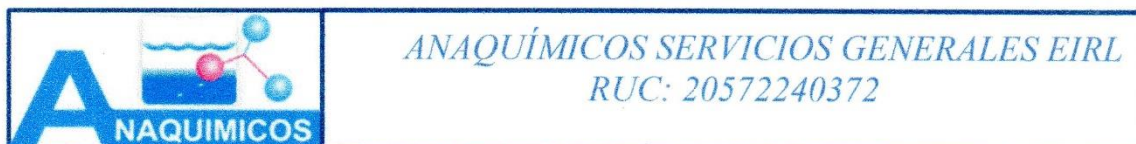
RESULTADOS DE ENSAYOS

| PARÁMETROS | UNIDAD | PARÁMETROS | | |
|--|--------------|---|--|--------------------------------|
| | | M-1 Entrada agua cruda sin desinfectante | M-2 Redes de distribución con hipoclorito de Calcio al 70% | Límites Máximos Permisibles |
| Coliformes Totales (35.5 +- 0.2°C) | NMP/100ml | 1357 | 10 | 0 |
| Coliformes Termotolerantes (44.5 +- 0.2°C) | NMP/100ml | 520 | 5 | 0 |
| Color | UCV-Pt/Co | 13 | 7 | 15 |
| Turbiedad | U.N.T | 4.05 | 4.50 | 5 |
| Cloro Residual Libre | mg/L | 0.0 | 0.35 | 0.5 |
| pH | Unidad de pH | 6.52 | 6.63 | 6.5-8.5 |

Metodología: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 9221 E-1, 23rd Ed-2017.

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES EIRL


Ing. Samuel López Chávez
CIP: N° 140674
TITULAR GERENTE

**METODOLOGÍA:**

- #Coliformes Totales (N). Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. 2017.
- Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
- #Coliformes Termotolerantes (N). Agua. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd.
- Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedures. Thermotolerant coliform test (EC medium).
- #Escherichia coli (N). STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 9221 G. 2. p. 9-76. 22nd Ed. 2012. Multiple – Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures (Proposed).
- Dureza Total. Agua. EPA Method 130.2 600/4-79-020, Revised March 1983. Hardness, Total (mg/L as CaCO₃) (Titrimetric, EDTA).
- Turbidez. Agua. EPA Method 180.1, Revised 2.0 August 1993. Turbidity (Nephelometric).
- Metales Totales. Agua. EPA 200.7, Revised 4.4 May 1994. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.



Anexo 2

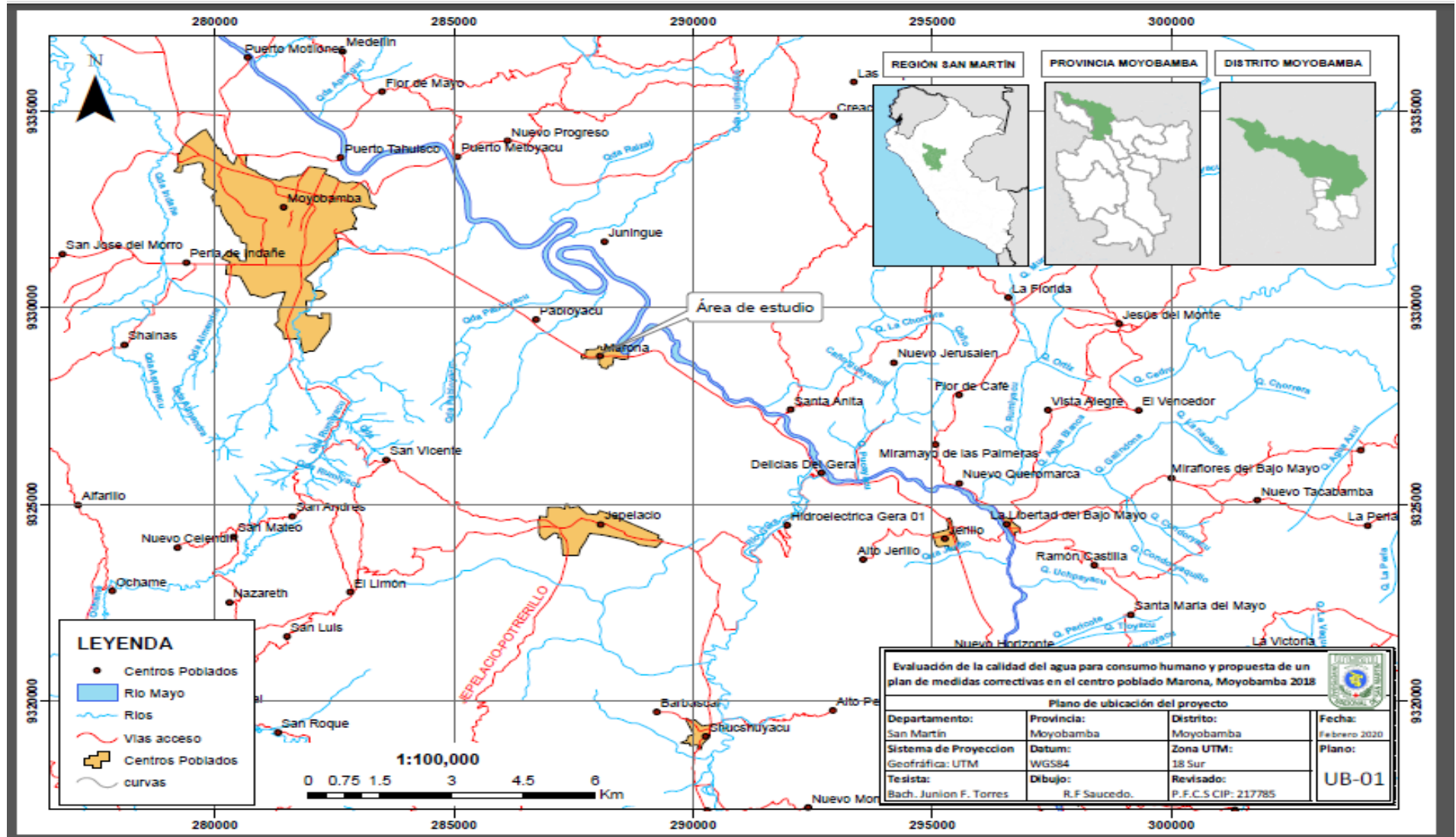
Panel fotográfico





Anexo 3

Mapa de ubicación



Anexo 4

Control de asistencia a capacitaciones

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y
PROPUESTA DE UN PLAN DE MEDIDAS CORRECTIVAS EN EL CENTRO POBLADO
DE MARONA, MOYOBAMBA

CONTROL DE ASISTENCIA A CAPACITACIONES

TEMA: Tratamiento del agua
FECHA: 22.05.2019
DURACION: 160 minutos
CAPACITADOR: Junior Iván Fabián Torres

| Nº | Apellidos y nombres | Firma |
|----|-----------------------------------|-------|
| 1 | Torres Peña, Magaly | |
| 2 | Wen Chaucl Hoxemon | |
| 3 | Toro Agans Alinda Conzales | |
| 4 | Armasplata fernandez Daniel | |
| 5 | Guzan Rodriguez Jiguelo Wenceslao | |
| 6 | Chapatti Tolumba Rosaura | |
| 7 | Monica Torres Villacorta | |
| 8 | DANIEL TEJADA SUAREZ | |
| 9 | Ilarios Vilca Nelly Carmencita | |
| 10 | Paiza Torallo Javier | |
| 11 | Torres Rodriguez Horacio | |
| 12 | Torres Rodriguez Maryluz | |
| 13 | Torres Rodriguez Nilda E | |
| 14 | Miranda unill Itati | |
| 15 | Hoyos fernandez Magal | |
| 16 | fernandez Aguilar Gloria | |
| 17 | Comas Inquisito Diana | |
| 18 | Comas Alvarado Antonio | |
| 19 | TORRES RODRIGUEZ FULLER | |
| 20 | TINCO LOPEZ Cinthia Margary | |
| 21 | Lopez Castique Nancy | |
| 22 | Razo Lopez Anita Katherine | |
| 23 | Rodriguez Concha Katherya | |
| 24 | Vizcarra Obispo Kelvin Rich | |
| 25 | Pineda Pérez DAVID Moisés | |
| 26 | Wilson Valles Rodriguez | |

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y
PROPUESTA DE UN PLAN DE MEDIDAS CORRECTIVAS EN EL CENTRO POBLADO
DE MARONA, MOYOBAMBA

CONTROL DE ASISTENCIA A CAPACITACIONES

TEMA: Tratamiento del agua.....
FECHA: 12-05-2019.....
DURACION: 60 min.....
CAPACITADOR: JUNIOR Juan Fabian Torres.....

| Nº | Apellidos y nombres | firma |
|----|-------------------------------|---------|
| 1 | Daisy Harrofo Yalle | [Firma] |
| 2 | Ambrosio Fernanda Daniel | [Firma] |
| 3 | Niels Viviana Hidalgo Saucuz | [Firma] |
| 4 | Kevin Richard Villoa Cobitos | [Firma] |
| 5 | Torres Villacorta Monica | [Firma] |
| 6 | Villacorta Jaramillo Juliana | [Firma] |
| 7 | Perez Chumbo Carlos | [Firma] |
| 8 | Pineda Pérez David Meisés | [Firma] |
| 9 | Vallas Rodriguez Wilson | [Firma] |
| 10 | Espirito Torres Rodriguez | [Firma] |
| 11 | Torres Rodriguez Floriza | [Firma] |
| 12 | Torres Rodriguez Nirma E | [Firma] |
| 13 | Alvaro Torres Liz Khard | [Firma] |
| 14 | Chavez Herman Ivan | [Firma] |
| 15 | Rodas Celis Lino Mario | [Firma] |
| 16 | JAMES Alvarado Antonio G. | [Firma] |
| 17 | Lamas Vilca Nelly Carmencita | [Firma] |
| 18 | Fernando Torres Fernando A. | [Firma] |
| 19 | Bardalez Rojas Maria Veronica | [Firma] |
| 20 | Calva Navarro Albin Shannon | [Firma] |
| 21 | Begorra Celis Luisa Maniza | [Firma] |
| 22 | Torres Santillan Maniza | [Firma] |
| 23 | Torres Rodriguez Nirma | [Firma] |
| 24 | Figueroa Forqueso Chapman | [Firma] |
| 25 | Vásquez Bardalez, Daniela | [Firma] |

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y
PROPUESTA DE UN PLAN DE MEDIDAS CORRECTIVAS EN EL CENTRO POBLADO
DE MARONA. MOYOBAMBA

CONTROL DE ASISTENCIA A CAPACITACIONES

TEMA: Tratamiento del Agua
FECHA: 08/02/2018
DURACION: 60 min
CAPACITADOR: Junior Ivan Fabian Torres

| Nº | Apellidos y nombres | Firma |
|----|--------------------------------|---------|
| 1 | Marrugo Yallo Daisy | [Firma] |
| 2 | Arborelada Fernandez Danyel | [Firma] |
| 3 | Nicola Viviana Hidalgo Sanchez | [Firma] |
| 4 | Kevin Richard Vitor Obispo | [Firma] |
| 5 | Torres Villacorta Mónica | [Firma] |
| 6 | Villacorta Jaramillo Julissa | [Firma] |
| 7 | Perez Chuado Carlos | [Firma] |
| 8 | Pinedo Pérez David Moisés | [Firma] |
| 9 | Vallen Rodriguez Wilson | [Firma] |
| 10 | Espinoza Torres Rodriguez | [Firma] |
| 11 | Torres Rodriguez Marisol | [Firma] |
| 12 | Fernandez Torres Fernando A. | [Firma] |
| 13 | Bardales Rojas, Maria Verónica | [Firma] |
| 14 | Torres Alcarado (H) Omar G | [Firma] |
| 15 | Torres Santillan Marisa | [Firma] |
| 16 | Bodas Celis Lina Maria | [Firma] |
| 17 | Boserra Celis Lina Maritza | [Firma] |
| 18 | Calva Navarro Arlin Shannon | [Firma] |
| 19 | Chavez Ugarron Ivan | [Firma] |
| 20 | Vázquez Bardales, Daniela | [Firma] |
| 21 | Hanes Vilca Nelly Carmencita | [Firma] |
| 22 | Torres Rodriguez Ninfa | [Firma] |
| 23 | Torres Rodriguez Ninfa E | [Firma] |
| 24 | Esquivel Fariñas Chapman | [Firma] |
| 25 | Alfaro Torres Liz Karol | [Firma] |

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y
PROPUESTA DE UN PLAN DE MEDIDAS CORRECTIVAS EN EL CENTRO POBLADO
DE MARONA, MOYOBAMBA

CONTROL DE ASISTENCIA A CAPACITACIONES

TEMA: Tratamiento del agua.
FECHA: 02/10/2019
DURACION: 60 min.
CAPACITADOR: JENIOR JUAN FABIAN TORRES

| Nº | Apellidos y nombres | firma |
|----|---------------------------------|---------|
| 1 | Herrero Yalle Deisy | [Firma] |
| 2 | Arribas plaza Fernandez Daniel | [Firma] |
| 3 | Nicola Viricama Hidalgo Sanchez | [Firma] |
| 4 | Kelvin Richard Urbe Coblar | [Firma] |
| 5 | Torres Villacorta Monica | [Firma] |
| 6 | Villacorta Jaramillo Juliana | [Firma] |
| 7 | Perez Chumbo Carlos | [Firma] |
| 8 | pineda perez david Moisia | [Firma] |
| 9 | Vales Edingars Wilson | [Firma] |
| 10 | Esplata Torres Rodriguez | [Firma] |
| 11 | Torres Rodriguez Morizel | [Firma] |
| 12 | Calva Navarro Aelin Shannon | [Firma] |
| 13 | Llanos Vilca Nelly Carmencita | [Firma] |
| 14 | Arbas Celis Lina Maria | [Firma] |
| 15 | Torres Alvarado Antonia G. | [Firma] |
| 16 | Josefina Barboza Daniela | [Firma] |
| 17 | Torres Rodriguez Ninfa E | [Firma] |
| 18 | fernandez Torres fernando A. | [Firma] |
| 19 | Perera celis luis maritza | [Firma] |
| 20 | Alfaro Torres Liz Karol | [Firma] |
| 21 | Torres Rodriguez Ninfa. | [Firma] |
| 22 | Torres Santillan Manuella | [Firma] |
| 23 | Chavez Herman Juan | [Firma] |
| 24 | Rodriguez Rojas, Maria Veronica | [Firma] |
| 25 | Ezequiel Torcque Chapomy | [Firma] |