



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 – TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA



Participación comunitaria para mejorar la calidad del agua para consumo humano en asentamiento humano San Genaro, distrito de Chorrillos – Lima, 2019

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario

AUTOR:

Ray Freddy Pinedo Pérez

ASESOR

Ing. M. Sc. Rubén Ruiz Valles

Código N° 6050619

Moyobamba – Perú

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA

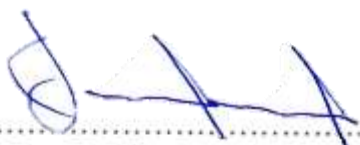


Participación comunitaria para mejorar la calidad del agua para consumo humano en asentamiento humano San Genaro, distrito de Chorrillos – Lima, 2019

AUTOR:

Ray Freddy Pinedo Pérez

Sustentada y aprobada el 30 de diciembre del 2019, por los siguientes jurados:




.....
Lic. Dr. Fabián Centurión Tapia

Presidente



.....
Lic. M. Sc. Ronald Julca Urquiza

Secretario



.....
Lic. M. Sc. Roydichan Olano Arévalo

Miembro



.....
Ing. M. Sc. Rubén Ruiz Valles

Asesor

Declaratoria de autenticidad

Ray Freddy Pinedo Pérez, con DNI N° 71701085, egresado de la Facultad de Ecología, de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con la tesis titulada: **Participación comunitaria para mejorar la calidad del agua para consumo humano en asentamiento humano San Genaro, distrito de Chorrillos – Lima, 2019.**

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 – Tarapoto.

Moyobamba, 30 de diciembre del 2019.



Bach. Ray Freddy Pinedo Pérez

DNI N° 71701085

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:	Pinedo Pérez Ray Freddy	
Código de alumno :	115210	Teléfono: 942925495
Correo electrónico :	ray.pinedo1991@gmail.com	DNI: 71701085

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

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ecología
Escuela Profesional de:	Ingeniería Sanitaria

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajo de investigación	<input type="checkbox"/>
Trabajo de suficiencia profesional	<input type="checkbox"/>		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título :	Participación comunitaria para mejorar la calidad del agua para consumo humano San Gemaro, distrito de Chorrillos - Lima, 2019.
Año de publicación:	2019

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	<input checked="" type="checkbox"/>	Embargo	<input type="checkbox"/>
Acceso restringido **	<input type="checkbox"/>		

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 y huella 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.

20/10/2020


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

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 objetivo aún más grandes.

Agradecimiento

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

Al Ing. M.Sc Rubén Ruíz Valles, 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	viii
Índice de tablas	ix
Resumen	x
Abstract	xi
 Introducción	 1
 CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	
1.1. Antecedentes de la investigación	4
1.2. Bases teóricas	7
1.3. Definición de términos	25
 CAPÍTULO II. MATERIAL Y MÉTODOS	
2.1. Material	27
2.2. Métodos	27
 CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
3.1. Resultados	30
3.1.1. Calidad del agua antes del tratamiento	30
3.1.2. Metodología para tratamiento de agua	32
3.1.3. Calidad del agua después del tratamiento	38
3.2. Discusión	42
 CONCLUSIONES	 45
 RECOMENDACIONES	 46
 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 47
 ANEXOS	 51
Anexo 1: Informes de laboratorio	52
Anexo 2: Panel fotográfico	54
Anexo 3: Mapa de ubicación	56

Índice de tablas

	Pág.
Tabla 1. Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos	18
Tabla 2. Límites máximos Permisibles de los Parámetros de calidad del agua para consumo humano	19
Tabla 3. Presencia de <i>coliformes totales</i>	30
Tabla 4. Presencia de <i>coliformes termotolerantes</i>	30
Tabla 5. Color del agua antes del tratamiento	31
Tabla 6. pH del agua antes del tratamiento	31
Tabla 7. Turbiedad del agua antes del tratamiento	31
Tabla 8. Cloro residual en el agua antes del tratamiento	32
Tabla 9. Presencia de <i>coliformes totales</i>	38
Tabla 10. Presencia de <i>coliformes termotolerantes</i>	39
Tabla 11. Color del agua después del tratamiento	40
Tabla 12. pH del agua después del tratamiento	40
Tabla 13. Turbiedad del agua después del tratamiento	41
Tabla 14. Cloro residual en el agua después del tratamiento	42

Resumen

En el presente trabajo de investigación, tuvo como objetivo determinar la influencia de la participación comunitaria en el mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano en asentamiento humano San Genaro, para lo cual se analizaron los parámetros microbiológicos como son coliformes totales y termotolerantes y fisicoquímicos como son color, turbiedad, cloro residual y pH del agua antes de recibir el tratamiento que involucraba a participación comunitaria. Asimismo, se diseñó y aplicó una metodología apropiada para el tratamiento con hipoclorito de calcio al 70%. En la parte metodológica, se trabajó con un solo grupo bajo un diseño pre experimental con una muestra de 40 familias de las cuales se tomaron dos muestras de agua de un litro cada, las mismas que fueron llevadas al laboratorio para su análisis microbiológicos y físico químico de acuerdo a lo estipulado en el D.S. 031 – 2010. S.A. En cuanto a los resultados encontramos que antes del tratamiento en el domicilio el agua no era apta para el consumo humano dado que los parámetros microbiológicos, superaban los límites máximos permisibles. En el pos tratamiento no se logró que dichos parámetros se reduzcan a cero como lo establece la norma pero se logró un avance significativo. En cuanto a los parámetros fisicoquímicos después del tratamiento todos se encontraron bajo los límites máximos permisibles. 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, y su tratamiento.

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

Abstract

This research aimed to determine the influence of community participation in the improvement of water quality for human consumption in the settlement “San Genaro”, to which the microbiological parameters of total coliforms, thermotolerants and physicochemicals such as color, turbidity, chlorine residual and pH of water were analyzed before applying the treatment that involves the community participation. It was also designed and applied an appropriate methodology of 70% calcium hypochlorite treatment. In the methodological part, it has been worked with a single group by the pre-experimental design with a sample of 40 families from those who two water of one liter each one were sampled, which were taken to the laboratory for the microbiological and physical- chemical analysis as it was stipulated in D.S. 031 — 2010. S.A. Regarding the results it was found that before the treatment in households the water was not suitable for human consumption since the microbiological parameters exceeded the maximum permissible limits. The post-treatment did not reduce these parameters to zero as it is set forth in the standard, but a significant progress was made. As for the physical- chemical parameters after the treatment all the parameters were found under the maximum permissible limits. The methodology which was designed to train people in the appropriately to a given use and treatment of water in the households was decisive for the settlers to know about water and its treatment.

Key words: Drinking water, quality, coliforms, treatment.



Introducción

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2017) y la Autoridad Nacional del Agua (ANA), existe una precariedad del abastecimiento del agua en el país. Más de 1 millón de hogares no está conectado a la red pública de agua y 2,5 millones carecen de alcantarillado.

Se estima que 7 millones de peruanos no tienen acceso al agua potable segura y muchos de quienes nominalmente la tienen, sufren recortes y mala calidad de suministro. Del mismo modo, 10 millones de personas no cuentan con acceso a saneamiento.

La población del área urbana es la que consume en mayor proporción agua potable. Al primer semestre del 2017, el 84.5 por ciento usa este recurso a través de una red pública y el 9,0 por ciento agua no potable. En cambio, el 61,3 por ciento de la población del área rural accede a agua potable por una red pública, sin embargo la mayoría es agua no potable.

Esta situación descrita se agudiza dado a migración del campo a la ciudad. Con la aparición de invasiones y asentamientos humanos en las grandes capitales. Uno de estos asentamientos humanos es el denominado San Genaro, ubicado en el distrito de Chorrillos, cuyos pobladores se abastecen de agua no potable que brindan los tanques cisternas de la municipalidad y otros privados.

En este panorama, los problemas que se originan debido al consumo de este líquido elemento se evidencian sobre todo en los niños que sufren de enfermedades diarreicas y otros problemas estomacales debido a que consumen el agua directamente sin un tratamiento previo a nivel domiciliario.

Muchas pueden ser las razones por la que el agua no es tratada antes de ser consumida, a priori suponemos que es por la falta de conocimiento dado que las familias asentadas en este lugar son de condición humilde. Es en estas circunstancias que surge la presente investigación con la finalidad de mitigar este problema mediante soluciones prácticas y al alcance de los pobladores.

Sabemos que 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.

Bajo este contexto formulamos la siguiente interrogante de investigación: ¿Cómo influye de la participación comunitaria en el mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano en Asentamiento Humano San Genaro?

En cuanto a los objetivos formulamos como objetivo general determinar la influencia de la participación comunitaria en el mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano en Asentamiento Humano San Genaro, para lo cual se propone como primer objetivo específico analizar la calidad del agua para consumo humano antes de la participación comunitaria en su tratamiento, como segundo objetivo específico diseñar estrategias de participación comunitaria para el tratamiento del agua a nivel domiciliario y como tercer objetivo específico determinar la calidad del agua para consumo humano después de la participación comunitaria en el tratamiento.

En cuanto a la hipótesis de investigación se planteó en la perspectiva que los parámetros obligatorios para la calidad del agua para consumo humano superan los límites máximos permisibles propuestos en el D.S. 031- 2010 S.A.

En cuanto a la importancia de la investigación, desde el punto de vista sanitario es importante por cuanto va a mejorar la calidad del agua para consumo humano, lo cual según antecedentes va a disminuir las enfermedades diarreicas y parasitarias ocasionadas por el no tratamiento del agua a nivel domiciliario.

Asimismo dada la magnitud del problema de contaminación del agua, existe una importancia desde el punto de vista social dado que en la actualidad la escasez del agua

como consecuencia del crecimiento de la población, el incremento de actividades pecuarias y el establecimiento de asentamientos humanos en zonas no adecuadas, ha llevado a una competencia por el agua.

También es importante desde el punto de vista económico y sociocultural dado que la investigación pretende mitigar la carencia de programas de superación de la pobreza, lo cual ha contribuido a tener personas que viven en condiciones precarias; además, las carencias de programas de control de la contaminación dificultan el uso sostenible del agua, por lo que con la presente investigación se pretende capacitar a la población para que realicen el tratamiento del agua a nivel domiciliario, con lo cual se estaría disminuyendo los casos de enfermedades causadas por el consumo de agua contaminada lo cual es un gran problema en el Asentamiento Humano San Genaro.

El Asentamiento Humano San Genaro está ubicado en la zona sur del distrito de Chorrillos, sector Colinas de Villa. Los datos de la población actualmente son de un total de 680 lotes para el Asentamiento Humano San Genaro, para luego realizar un reconocimiento del terreno a fin de ver el incremento poblacional actual.

Los elementos de construcción más utilizados en el Asentamiento Humano San Genaro para paredes son madera y ladrillo; para el techo es utilizado calaminas, maderas y albañilería confinada.

Para ingresar al Asentamiento Humano San Genaro, la más importante es la que se desprende de la Av. Santanita que posteriormente cambia de nombre Av. Principal entrando por la Av. Las Pampas la cual es asfaltada hasta cierto tramo posteriormente se convierten en trocha y se mantiene en regular estado en cualquier época del año por lo que es transitable para cualquier tipo de vehículo. De la Av. Principal hasta el centro de la comunidad existe una distancia de 1 kilómetros aproximadamente.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la investigación

A nivel internacional

Campoverde, J (2015) realizó una investigación denominada “Análisis del efecto toxicológico que provoca el consumo humano de agua no potable, mediante la determinación de cloro libre residual en aguas tratadas de las parroquias rurales del cantón Cuenca, Ecuador”. Luego de los resultados obtenidos se analizó y evidencio el riesgo toxicológico al que están expuestas diariamente las poblaciones y comunidades de las parroquias rurales del cantón Cuenca, ya que más del 60% de la población en estudio ingieren agua no apta para el consumo humano, que se convierte en el tóxico, de mayor consumo en estas comunidades, y al no tener un tratamiento adecuado de filtración y una correcta dosificación de cloro, contendrá diversos tóxicos químicos y biológicos. La causa principal de la falta de cloro en el agua es el incorrecto e inadecuado tratamiento que se da al agua en las parroquias rurales, y que es más notable en las aguas tratadas administradas por las juntas parroquiales que en el agua tratada administrada por las mismas comunidades. Las enfermedades diarreicas agudas, relacionadas con la ingesta de agua no apta para consumo humano se convierten en el mayor efecto toxicológico. Dados los resultados obtenidos se demostró la relación de que el número de pacientes atendido con E.D.A en el ministerio de salud aumentan cuando la concentración de cloro en el agua disminuye. Asimismo, más del 70% de las muestras tomadas, carecen de Cloro libre residual.

Santos (2015), en su trabajo de investigación intitulado “Conocimiento en cuanto a la calidad del agua potable en tres sectores específicos de Montemorelos, México”, 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.

A nivel nacional

Aguilar, O y Navarro, B (2018) en su tesis “Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la comunidad de Llañucancha del distrito de Abancay”, concluyeron que la calidad de agua para consumo humano en la comunidad, en la actualidad no garantiza el consumo de este líquido elemental, ya que desde su estructura del sistema se encuentra en condiciones pésimas que facilitan la generación de bacterias presentes en el agua y que afectan la salud de la población y sobre todo en los niños menores de 5 años, trayendo consecuencia anemia, desnutrición y parasitosis en la comunidad. Los resultados obtenidos en laboratorio indican que la temperatura, conductividad y turbiedad de acuerdo a los resultados encontrados no exceden los LMP emitidos por el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. Los resultados obtenidos en laboratorio de los parámetros químicos recolectados en la captación del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano como el pH, cloruros y dureza de acuerdo a los resultados encontrados no exceden los LMP. Los resultados obtenidos en laboratorio de los parámetros bacteriológicos, coliformes totales y coliformes fecales de aguas de la captación, reservorio y pileta domiciliaria exceden los LMP, por tal motivo, que al margen de que los parámetros físicos y químicos están dentro del rango permitido podemos precisar, que el agua de abastecimiento en la comunidad de Llañucancha no es apto para consumo humano.

Cava, T. (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

Daza, A. (2017), en su investigación “Talleres inductivos para mejorar el nivel de percepción y el nivel de conocimiento en torno a la calidad del agua potable en el distrito de Nueva Cajamarca, 2017”, llegó a la conclusión que el nivel de percepción respecto a la calidad del agua potable al iniciar la investigación era del 66% mejorando hasta llegara al 76% luego de aplicar los talleres, evidenciándose básicamente en mejoras respecto al reconocimiento de las características del agua. En cuanto al nivel de conocimiento, al iniciar la investigación era del 55% mejorando hasta llegara al 73% luego de aplicar los talleres, evidenciándose básicamente en el desconocimiento que tenía la población respecto a las características del agua de calidad, reforzando sus conocimientos previos y desterrando algunos prejuicios respecto al agua potable. Asimismo se encontró un alto grado de correlación entre en nivel de percepción y el nivel de conocimiento sobre la calidad del agua potable (82%), evidenciando en el coeficiente de determinación (67%) lo cual implica que por cada 100 pobladores, en 67 su nivel de percepción sobre la calidad del agua está asociada con su nivel de

conocimiento con lo cual se demuestra que los talleres inductivos han mejorado significativamente el nivel de percepción respecto a la calidad del agua potable.

Ramírez, L (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

Constitución política del Perú (1993).

La Constitución Política del Perú constituye, dentro del ordenamiento jurídico, la norma legal de mayor jerarquía e importancia dentro del Estado Peruano. En ella se resaltan los derechos fundamentales de la persona humana, como son el derecho de gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de la vida.

Ley general de salud - Ley N° 26842.

Esta Ley establece que la salud es condición indispensable del desarrollo humano y medio fundamental para alcanzar el bienestar individual y colectivo. Por tanto, es responsabilidad del Estado regularla, vigilarla y promoverla.

En el Artículo 103° se indica que la protección del ambiente es responsabilidad del Estado y de las personas naturales y jurídicas, los que tienen la obligación de mantenerlo dentro de los estándares que para preservar la salud de las personas, establece la Autoridad de Salud competente.

En el Artículo 104° se señala que toda persona natural o jurídica está impedida de efectuar descargas de desechos o sustancias contaminantes en el agua, el aire o el suelo, sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señalan las normas sanitarias y de protección del ambiente.

En el Artículo 105° se encarga a la Autoridad de Salud competente, la misión de dictar las medidas necesarias para minimizar y controlar los riesgos para la salud de las personas derivados de elementos, factores y agentes ambientales, de conformidad con lo que establece, en cada caso, la ley de la materia.

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

El presente 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.

Título II. 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° 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.

Título II. De la autoridad competente para la gestión de la calidad del agua para consumo humano.

Artículo 9°. Contempla que la autoridad nacional del 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 el presente 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.

Artículo 12°.- Gobiernos Locales Provinciales Distritales

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 presente 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 presente Reglamento; y Cooperar con los proveedores del ámbito de su competencia la implementación de las disposiciones sanitarias normadas en el presente Reglamento.
- Lo señalado en los numerales 2 y 3 del presente artículo es aplicable para los gobiernos locales provinciales en el ámbito urbano y periurbano; y por los gobiernos locales distritales en el ámbito rural. Cuando se trate de entidades prestadoras de régimen privado el Gobierno Local deberá comunicar a la SUNASS para la acción de ley que corresponda.

Título IX. Requisitos de calidad del agua para consumo humano

Artículo 59° - Agua para el consumo humano

Toda agua para la salud que cumpla los requisitos de calidad establecidos en el presente reglamento.

Artículo 60°-parametros microbiológicos y otros organismos

Toda agua destinada para el consumo humano, como se indica en el anexo1 debe de estar extinta de: Bacterias coliformes totales, termo tolerantes, Escherichia 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.

Artículo 61°.- 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 presente 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.

Artículo 62° . - Parámetros inorgánicos y orgánicos

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 presente reglamento.

Artículo 63°.- Parámetros de control obligatorio (POC)

Son parámetros de control obligatorio para todos los proveedores de agua, los siguientes.

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 Escherichia Coli, como prueba confirmativa de la contaminación fecal.

Artículo 64°.- parámetros adicionales de control obligatorio (PACO)

De comprobarse en los resultados de la caracterización del agua la presencia de los parámetros señalados en los numerales del presente artículo en los diferentes puntos críticos de control o muestreo del plan de control de calidad (PCC) que excede los límites máximos permisibles(LMP) establecidos en el presente reglamento, o a través de la acción de vigilancia y supervisión y de las actividades de la cuenca, se incorporan estos como parámetros adicionales de control(PACO) obligatorio a los indicados en el artículo precedente.

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, (Álvarez, 1991). a su vez el agua en su estado natural es incoloro, sinsabor 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 (F. Zarza, 2009).

1.2.3 Agua potable

El agua potable es un líquido esencial (SUNASS, 2004), una agua de consumo debe de ser inocua o agua potable, y es definida como la que no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud de los consumidores durante su vida, pero esta se encuentra vulnerable a diferentes contaminación de diferente índole, considerándose imprescindible el consumo de agua inocua, ya que la población podría contraer enfermedades mediante esta vía, donde los más propensos son los lactantes y los niños escolares a contraer enfermedades y donde el agua potable debe de ser óptima para su consumo y la higiene personal (Organización Mundial de la Salud, 2006).

El agua puede contener muchas sustancias químicas y biológicas disueltas o suspendidas en ella, disolviendo los componentes químicos para el mantenimiento

de la vida del hombre por lo que se debe de disponer de un buen suministro que sea suficiente, inocuo y accesible, proporcionando beneficios tangibles para la salud de los consumidores, por lo tanto se debe de realizar el máximo esfuerzo para lograr su inocuidad donde circula a través de la superficie del suelo, filtrándose a través del mismo, por otro lado, contiene organismos vivos que pueden reaccionar con elementos físicos y químicos, muchas veces puede ser perjudicial para ciertos procesos industriales, o perfectamente idónea para otros (Romero, 2010), las aguas subterráneas procedentes de áreas con piedra caliza pueden llegar a tener un alto contenido de bicarbonatos de calcio (dureza), requiriendo procesos de ablandamiento previo a su uso por la población, en tal sentido la calidad físico, química y biológica están dentro de los estándares fijados por normas nacionales e internacionales (Orellana, 2005).

Es importante evaluar los parámetros de la calidad del agua, según el uso, a fin de determinar si necesita o no tratamiento y aplicar el procedimiento idóneo para lograr la calidad deseada, asimismo los estándares de calidad son usados también para vigilar procesos de tratamiento y corregirlos si fuera necesario (Romero, 2009), evaluando sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas, debiendo poseer la aceptación universal a fin de que sean posibles las comparaciones con los estándares de calidad, tales como los de EEUU y la OMS (Orellana, 2005)

1.2.4 Calidad del agua

El problema de la calidad de agua es tan importante como aquellos relativos a la escasez de la misma, sin embargo, se le han brindado menos atención. El término calidad de agua se refiere al conjunto de parámetros que indican que el agua puede ser usada para diferentes propósitos como: doméstico, riego, recreación e industria.

La calidad del agua se define como el conjunto de características del agua que pueden afectar su adaptabilidad a un uso específico, la relación entre esta calidad del agua y las necesidades del usuario. También la calidad del agua se puede definir por sus contenidos de sólidos y gases, ya sea que estén presentes en suspensión o en solución (Mendoza, 1976).

La evaluación de la calidad del agua es un proceso de enfoque múltiple que estudia la naturaleza física, química y biológica del agua con relación a la calidad natural, efectos humanos y acuáticos relacionados con la salud (FAO 1993).

El análisis de cualquier agua revela la presencia de gases, elementos minerales, elementos orgánicos en solución o suspensión y microorganismos patógenos. Los primeros tienen origen natural, los segundos son procedentes de las actividades de producción y consumo humano que originan una serie de desechos que son vertidos a las agua para su eliminación. La contaminación causada por efluentes domésticos e industriales, la deforestación y las malas prácticas de uso de la tierra, están reduciendo notablemente la disponibilidad de agua. En la actualidad, una cuarta parte de la población mundial, que principalmente habita en los países en desarrollo, sufre escasez severa de agua limpia, lo que provoca que haya más de diez millones de muertes al año producto de enfermedades relacionadas a la contaminación hídrica (OPS, 2003).

Muchas de las actividades humanas contribuyen a la degradación del agua, afectando su calidad y cantidad. Entre las causas de mayor impacto a la calidad del agua en las cuencas hidrográficas de mayor importancia, está el aumento y concentración de la población, actividades productivas no adecuadas, presión sobre el uso inadecuado, mal uso de la tierra, la contaminación del recurso hídrico con aguas servidas domésticas sin tratar, por la carencia de sistemas adecuados de saneamiento, principalmente en las zonas rurales. De igual manera, la contaminación por excretas humanas representa un serio riesgo a la salud pública (OMS, 2006).

Es de vital importancia, tanto para la salud humana como para el bienestar de la sociedad, contar con un abastecimiento seguro y conveniente, de satisfacción para el consumo humano, y la higiene personal debe ceñirse a normas adecuadas en cuanto a disponibilidad, cantidad, calidad y confiabilidad del abastecimiento.

1.2.5 Parámetros físicos

Turbidez

Del mismo modo la turbiedad parámetro físico presente en el agua impide transmitir el paso de los rayos solares debido a los materiales insolubles y las

partículas en suspensión que se presentan principalmente en las aguas superficiales ocasionados por actividades antrópicas o causas naturales, la turbiedad son difíciles de clarificar y filtrar llegando a formar depósitos en la conducción del agua lo que nos da una apariencia desagradable y esto puede causar impactos negativos a los ecosistemas acuáticos bajándolos niveles de oxigenación del agua y además produciendo bacterias que serán aprovechadas para su desarrollo (Metcalf, 1995)

1.2.6 Parámetros químicos

pH o índice de hidrógeno

El potencial de hidrogeniones (pH) es un valor que determina si el agua es ácida, neutra o básica y estos valores están expresados que menores 7 indican que es una sustancia ácida y los valores de pH por encima de 7 indican que es básica, y neutra si el número de los átomos de hidrógeno y de hidroxilos son iguales (Ebbing, 1990) el pH es un parámetro que mide la calidad de las aguas naturales como de las aguas residuales, la intensidad de las características ácidas y básicas una solución bien dada por la acción del ion hidrógeno o pH (Metcalf, 1995)

1.2.7 Parámetros bacteriológicos

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 estas bacterias de coliformes en el agua es perjudicial para la salud de la población porque estas bacterias se encuentran en la capa superficial del agua y estas entran al sistema de distribución y contaminan 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 microorganismos 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 indican 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.

1.2.8 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 vias 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) 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 baterías de tipo coniforme y las mesofilicas, (Anderson Pascual, 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 mesofilicas, incubando a $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante a horas (Páez, 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

1.2.9 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	Límite máximo Permisible
Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales .	UFC/100 mL a	0 (*)
Bacterias Heterotróficas	UFC/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	Unidades de Medida	Límites Máximos Permisibles
Olor	-----	Aceptable
Sabor	-----	Aceptable
Color	UCV escala pt/Co	15
Turbiedad	UNT	5
pH	Valor de pH	6.5 a 8.5
Conductividad(25°C)	umho/cm	1500
Sólidos totales disueltos	mg/l-1	1000
Cloruros	mg cl-L-1	250
Sulfatos	mg SO ₄ - L-1	250
Dureza total	mg CaCo ₃ L-1	500
Amoniaco	mg N L-1	1.5
Hierro	mg FeL-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.

1.2.10 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).

1.2.11 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 usados 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.

1.2.12 La participación ciudadana

De acuerdo a Álvarez (2004), la participación ciudadana es una acción colectiva que se despliega y origina simultáneamente en el plano social y estatal. Esto es, no se trata de una acción exclusiva de una organización social; tampoco es acción dada al margen o fuera de los contornos estatales, ni un ejercicio limitado por los contornos de la esfera social o estatal que la origina. La participación ciudadana es un tipo de acción colectiva mediante la cual la ciudadanía toma parte en la construcción, evaluación, gestión y desarrollo de los asuntos públicos, independientemente de las modalidades (institucional–autónoma) por las que

refiere esta misma discurra. Asimismo, Ziccardi (1998) señala que La participación ciudadana son los procesos mediante el cual, los habitantes de las ciudades intervienen en las actividades públicas con el objetivo de presentar sus intereses particulares, señala además que los ciudadanos se involucran en la elaboración, decisión y ejecución de asuntos públicos que les afectan, les competen o, simplemente, son de su interés. Entendida así, podría afirmarse que este tipo de interacción particular entre los individuos y el estado, es una relación concreta entre el estado y la sociedad, que ayudan a la construcción de carácter de lo público.

1.2.13 Principios de la participación ciudadana

De acuerdo a Oviedo (2002), en su artículo referido a la participación ciudadana, menciona 7 principios de la participación ciudadana:

Proactividad: convicción de la participación y rol protagónico de la autoridad, sector privado y sociedad civil.

Inclusión: plena participación de todos los afectados e involucrados, compartir los compromisos y costos de desarrollo.

Flexibilidad: en el proceso de toma de decisiones acoge en todas las fases los nuevos aportes de vecinos, ciencia y tecnología.

Pertinencia: técnicas de participación adecuadas al objetivo del proceso y características de los participantes.

Acceso: igualdad en el aporte con información precisa, objetiva, actual y oportuna
Transparencia: requiere alianzas entre sociedad civil, el sector privado y el gobierno, precisan ser confiables.

Oportunidad: inicio lo más temprano posible, mantenerse durante todo el ciclo de decisión incluyendo inclusión y monitoreo.

Se ha comprendido que la participación ciudadana no es solamente individual sino colectiva, de tal manera que debe existir una buena relación entre varios actores de poder para hacer incidencia en este caso con la participación dentro del presupuesto participativo.

1.2.14 Dimensiones de la participación ciudadana

De acuerdo a Álvarez (2004) la participación ciudadana es una acción colectiva que se despliega y origina simultáneamente en el plano social y estatal. Mediante la cual la ciudadanía toma parte en la construcción, evaluación, gestión y desarrollo de los asuntos públicos, independientemente de las modalidades. Considera como dimensiones: Fundamentación de la participación ciudadana, participación democrática, participación de la organización de la sociedad civil, y los espacios públicos.

Dimensión 1: Fundamentos de la participación ciudadana.

Álvarez (2004) menciona que pueden distinguirse desde diferentes puntos de vista. Participar, significa tomar parte; convertirse uno mismo en parte de una organización que reúne a más de una sola persona. Pero también significa compartir algo con alguien o por lo menos, hacer saber a otras algunas informaciones.

De modo que participar es siempre un acto social; nadie puede participar de manera exclusiva, privada, para sí mismo, donde hay una organización que abarca por lo menos a dos personas. La participación está en el centro de la sociedad. Participar significa que la gente sea capaz de estar activamente presente en los procesos de toma de decisiones que atañen a lo colectivo que definen el rumbo de nuestro Estado. La posición que destaca.

Dimensión 2: Participación democrática

De acuerdo a Álvarez (2004), la democracia, nunca ha contado con un ambiente más favorable para su desarrollo, es preciso preguntarse por qué tipo de democracia es aquel que debemos esperar en el futuro. Ciertamente la ola democratizadora se expandió efectivamente a lo largo y ancho de planeta y de los actores del espectro socio político. Sin embargo, qué dirección tomarán los regímenes democráticos es una cuestión compleja. El autor sostiene que parte del

problema recae en nuestro mal acostumbrado hábito de equiparar democracia con la democracia política moderna, representativa y liberal gestada en los estados y naciones.

Dimensión 3: Participación de las organizaciones de la sociedad civil

Álvarez (2004), menciona que la participación es un elemento central de la democracia, entendida como la posibilidad de acentuar la dignidad del hombre, de ejercer en pleno, su libertad; Es decir, que cada individuo sea un agente libre de decidir su conducta y de contribuir a formular los fines de la acción del grupo y de la sociedad a la que pertenece.

La participación ciudadana establece y fortalece la relación entre estado y sociedad civil. La participación ciudadana como proceso, se fundamenta en unos principios que lo orientan y caracterizan; entre ellos, destaca que debe ser voluntario, equitativo, inclusivo, implementable, orientado a resultados y encaminado hacia el respeto y reconocimiento del otro.

Dimensión 4: Espacios públicos de participación

Álvarez (2004) señala que la participación está en el centro de la sociedad, participar en espacios públicos significa que la gente sea capaz de estar activamente presente en los procesos de toma de decisiones que atañen a lo colectivo que definen el rumbo de nuestro estado. La posición que destaca refuerza lo anterior ya que sostiene que la administración debe actuar de cara a la sociedad y no quedar solamente en mera administración gubernamental, mientras más públicos sean los actos del Estado será más legítimo.

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.

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. Material

- Papel bond A4
- Lapiceros Faber Castell
- Folders de manila
- Cuaderno de campo
- Cámara fotográfica
- Computadora
- Impresora
- Muestras de agua
- Gotero
- Lejía clorox
- Tinajas de plástico
- Guantes quirúrgicos

2.2. Métodos

- Según Hernández et al (2014), la investigación fue pre experimental con un solo grupo y cuyo esquema es el siguiente:

Grupo	Pre prueba de análisis	Estimulo	Pos prueba de análisis
G.E	O ₁	X	O ₂

Donde:

G E: Grupo pre experimental

O₁; O₂: Aplicación del pre prueba y post prueba de análisis de laboratorio

X: Aplicación de la propuesta de tratamiento del agua a nivel domiciliario.

- Según datos proyectados por el INEI (2017), la población total es de 3434 habitantes, distribuidos en 680 viviendas aproximadamente. Para efectos del presente estudio se considera $N=680$ viviendas

Para determinar el tamaño de la muestra, para lo cual se usó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{NZ^2PQ}{(N-1)E^2 + Z^2PQ}$$

Fuente: Pineda et al, 1994: 116 citando a Bradford y Austin.

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:

$$n = \frac{680(1.28)^2(0.5)(0.5)}{(680-1)(0.10)^2 + (1.28)^2(0.5)(0.5)} = 40 \text{ viviendas}$$

En cuanto a la calidad del agua para consumo humano se realizaran dos muestreos antes y después de aplicar la propuesta. El muestreo será al azar considerando un litro de agua para cada análisis.

- Se identificaron las 40 viviendas consideradas en la muestra. En una primera instancia se entrevistó con los miembros de la familia para darles a conocer el propósito de la investigación.
- Posteriormente en forma aleatoria se tomó una muestra de agua en el domicilio la cuales consistían de un litro de agua 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.
- Luego se procedió a agrupar a las familias de acuerdo a las cercanías a sus hogares dado que tenían dificultades para formar un solo grupo. La participación consistía en un miembro por cada familia especialmente las madres de familia que eran las que más 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 consistía en charlas teóricas y demostraciones prácticas desde el cuidado hasta el tratamiento del agua. Cabe mencionar que el método a usar para tratar el agua a nivel domiciliario fue elegido por los integrantes de las familias dado que ellos son los que al final van a aplicar.

- Seguidamente, un mes después de la capacitación en forma aleatoria se tomó tres una muestra de agua en el domicilio la cual consistían de un litro para luego ser llevada al laboratorio para su análisis bacteriológico y físico químico de acuerdo a lo estipulado en el D.S. 031 – 2010. S.A.
- Los resultados obtenidos del laboratorio permitieron el tratamiento estadístico en Ms Excel, que consistió en obtener los promedios y la construcción de tablas y figuras estadísticas según las normas APA.
- En cuanto a la prueba de la hipótesis, dado que es una investigación descriptiva, consistió en comprobar que los parámetros tanto bacteriológicos como físico químico se encuentren dentro de los límites máximos permisibles.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.2. Calidad de la agua para consumo humano antes de la participación comunitaria en el tratamiento del agua

Parámetros microbiológicos:

Tabla 3

Presencia de coliformes totales

Muestras	Resultado	Límite máximo permisible	Observación
M1	890 NMP/100 ml	0.0 NMP/100 ml	Supera el límite
M2	895 NMP/100 ml		
Promedio	892.5 NMP/100 ml		

Según los resultados mostrados en la tabla 3, en promedio existían 892.5 NMP/100 ml de coliformes totales en el agua para consumo humano superando el límite máximo permisible

Tabla 4

Presencia de coliformes termotolerantes

Muestras	Resultado	Límite máximo permisible	Observación
M1	370 NMP/100 ml	0.0 NMP/100 ml	Supera el límite
M2	368 NMP/100 ml		
Promedio	369 NMP/100 ml		

Según los resultados mostrados en la tabla 4, en promedio existían 369 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes en el agua para consumo humano superando el límite máximo permisible.

Parámetros físico químicos:**Tabla 5***Color del agua antes del tratamiento*

Parámetros	Resultado	Límite máximo permisible	Observación
M1	18 Unit.Pt-Oc		
M2	21 Unit.Pt-Oc	15 Unit.Pt-Oc	Supera el límite
Promedio	19.5 Unit.Pt-Oc		

Según los resultados mostrados en la tabla 5, observamos que respecto al color el promedio es 19.5 Unit.Pt-Oc superando el límite máximo permisible.

Tabla 6*pH del agua antes del tratamiento*

Parámetros	Resultado	Límite máximo permisible	Observación
M1	7.89 U de pH		
M2	7.75 U de pH	6.5–8.5 U de pH	No supera el límite
Promedio	7.82 U de pH		

Según los resultados mostrados en la tabla 6, observamos que respecto al pH el promedio es 7.82 U de pH no superando el límite máximo permisible.

Tabla 7*Turbiedad del agua antes del tratamiento*

Parámetros	Resultado	Límite máximo permisible	Observación
M1	6.32 UNT		
M2	7.08 UNT	5 UNT	Supera el límite
Promedio	6.70 UNT		

Según los resultados mostrados en la tabla 7, observamos que respecto a la turbiedad el promedio es 6.70 UNT superando el límite máximo permisible.

Tabla 8*Cloro residual en el agua antes del tratamiento*

Parámetros	Resultado	Límite máximo permisible	Observación
M1	0 Mg/L		
M2	0 Mg/L	0.5 UNT	Fuera del límite
Promedio	0 Mg/L		

Según los resultados mostrados en la tabla 8, observamos que respecto al cloro residual el promedio es 0 Mg/L encontrándose fuera del límite máximo permisible.

3.1.2. Propuesta de estrategias de participación comunitaria para el tratamiento del agua a nivel domiciliario

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 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 consiste 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.

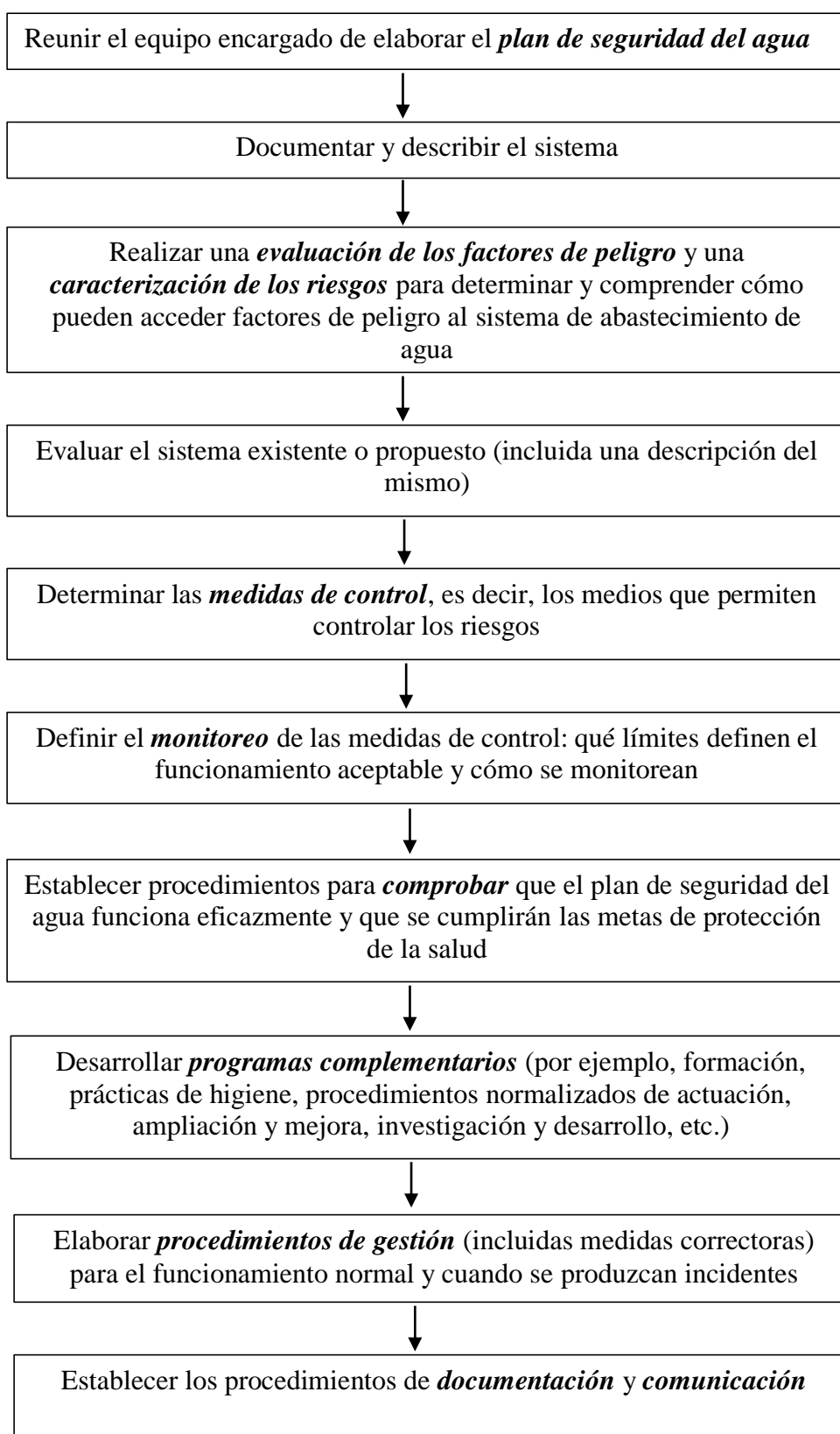


Figura 1. Resumen de las etapas fundamentales de la elaboración de un plan de medidas correctivas

Matriz de capacitación

Tema	Cloración
Lugar	Mz. Q Lote 25, Asentamiento Humano San Genaro - Chorrillos
Objetivo	Contribuir en la valoración del agua, su cuidado, tratamiento y utilidad para la vida.

Actividad 1: Registro de participantes

Procedimiento	Tiempo	Materiales	Observaciones
Los asistentes se van inscribiendo de acuerdo a la llegada. Se utilizan solaperas para los nombres.	10 min.	Lista de participantes. Tarjetas	Saber con cuantas personas se trabaja.

Actividad 2: Presentación de participantes

Procedimiento	Tiempo	Materiales	Observaciones
Dinámica: se colocan los participantes en parejas. Se juntan y conversan entre ellos, entonces el primero presenta al segundo y viceversa, indicando el nombre del compañero y describiendo algunas características	20 min.	Lista de participantes.	En esta dinámica también se crea un ambiente de trabajo se rompe el hielo y se conocen entre ellos.

Actividad 3: Presentación del taller, objetivos y reglas de trabajo

Procedimiento	Tiempo	Materiales	Observaciones
Se presenta el tema a tratar, los objetivos, y la metodología a ser utilizada debiendo quedar muy clara la forma de cómo se tiene que desarrollar la capacitación.	10min.	Papelote y plumones.	Hacer participar a todos en las reglas de convivencia y que todo esté claro.

Actividad 4: Saberes previos

Procedimiento	Tiempo	Materiales	Observaciones
<p>El capacitador hace preguntas sueltas y va tomando nota.</p> <p>¿Porqué es importante el tema del agua?</p> <p>¿Cómo se contamina el agua y que produce?</p> <p>¿Cómo podemos tratar el agua en el hogar?</p>	20 min.	Papelotes, tarjetas y plumones.	Se pone un papelote para cada tema y capacitador va clasificando las respuestas y va anotando ordenadamente. Se recomienda realizar un esquema de los puntos tratados.

Actividad 5: Desarrollo del tema

Procedimiento	Tiempo	Materiales	Observaciones
<p>Luego de haber medido el grado de conocimientos de todos los participantes, empieza el trabajo con la exposición y dialogo reforzando y ampliando los conocimientos de los asistentes. Es importante consolidar los nuevos conocimientos, debiendo efectuarse una parte práctica visitando algunos lugares</p>	60 min.	Rotafolios, esquemas, figuras, etc.	Este tema es bastante extenso y debe de utilizarse algunas dinámicas de motivación de concentración de manera participativa según el comportamiento de los participantes.

Actividad 6: Evaluación

Procedimiento	Tiempo	Materiales	Observaciones
<ul style="list-style-type: none"> - Se separa a los participantes en grupos de 4, para luego exponer el tema. - En el mismo grupo se hace la demostración del tratamiento del agua mediante clorado, 	60 min	Papelotes, Cinta masketing, cloro, gotero, tinas, agua.	Se motiva a los participantes para reafirmar conocimientos adquiridos y retroalimentación. Se crea un clima de competencia y participación.

Actividad 7: Compromiso

Procedimiento	Tiempo	Materiales	Observaciones
<p>Luego se forma un solo grupo y se elabora el compromiso de cuidado y buen uso del agua en cada familia.</p> <p>Felicitar a todos y despedirse cordial y alegremente.</p>	5 min.	Papelotes y plumones.	Preparar el compromiso

3.1.3. Calidad de la agua para consumo humano después del tratamiento a nivel domiciliario

Parámetros microbiológicos:

Tabla 9

Presencia de coliformes totales

Muestras	Resultado	Límite máximo permisible	Observación
M1	19 NMP/100 ml	0.0 NMP/100 ml	Supera el límite
M2	22 NMP/100 ml		
Promedio	20.5 NMP/100 ml		

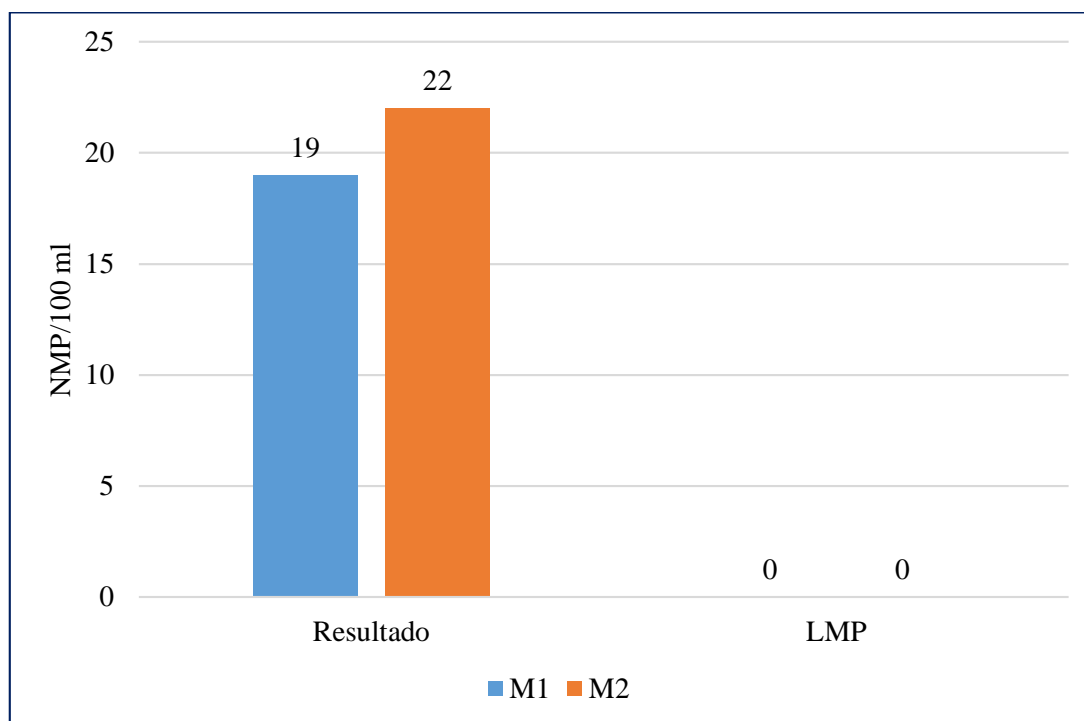
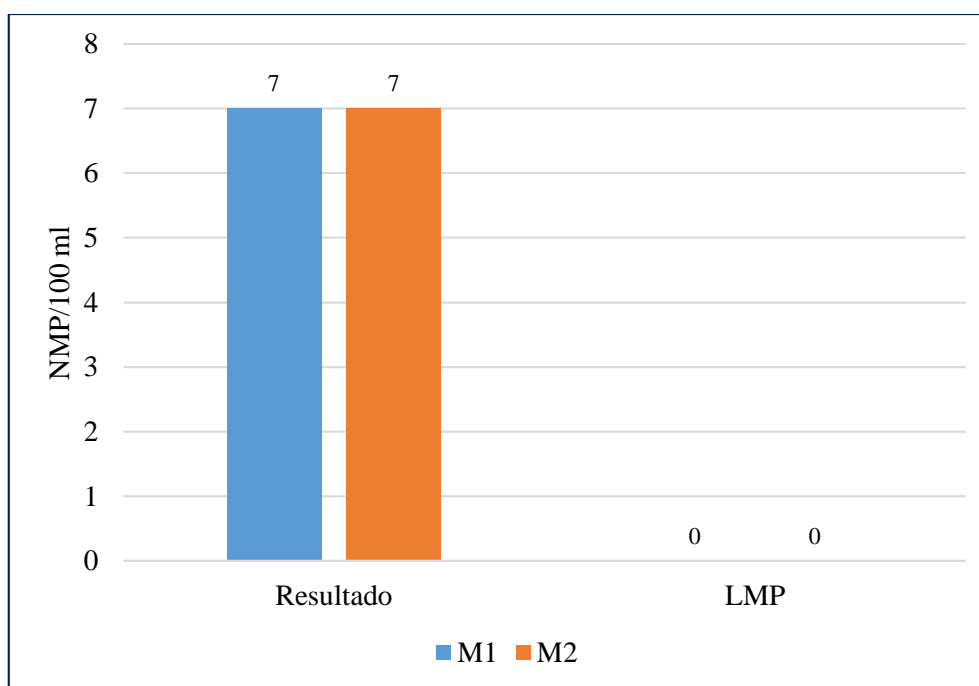


Figura 2: Presencia de coliformes totales

Según los resultados mostrados en la tabla 8 y figura 2, en promedio existían 20.5 NMP/100 ml de coliformes totales en el agua para consumo humano superando el límite máximo permisible

Tabla 10*Presencia de coliformes termotolerantes*

Muestras	Resultado	Límite máximo permisible	Observación
M1	7 NMP/100 ml	0.0 NMP/100 ml	Supera el límite
M2	7 NMP/100 ml		
Promedio	7 NMP/100 ml		

**Figura 3:** Presencia de coliformes termotolerantes

Según los resultados mostrados en la tabla 10 y figura 3, en promedio existían 7 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes en el agua para consumo humano superando el límite máximo permisible.

Parámetros físico químicos:

Tabla 11

Color del agua después del tratamiento

Parámetros	Resultado	Límite máximo permisible	Observación
M1	7.5 Unit.Pt-Oc	15 Unit.Pt-Oc	No supera el límite
M2	6.8 Unit.Pt-Oc		
Promedio	7.15 Unit.Pt-Oc		

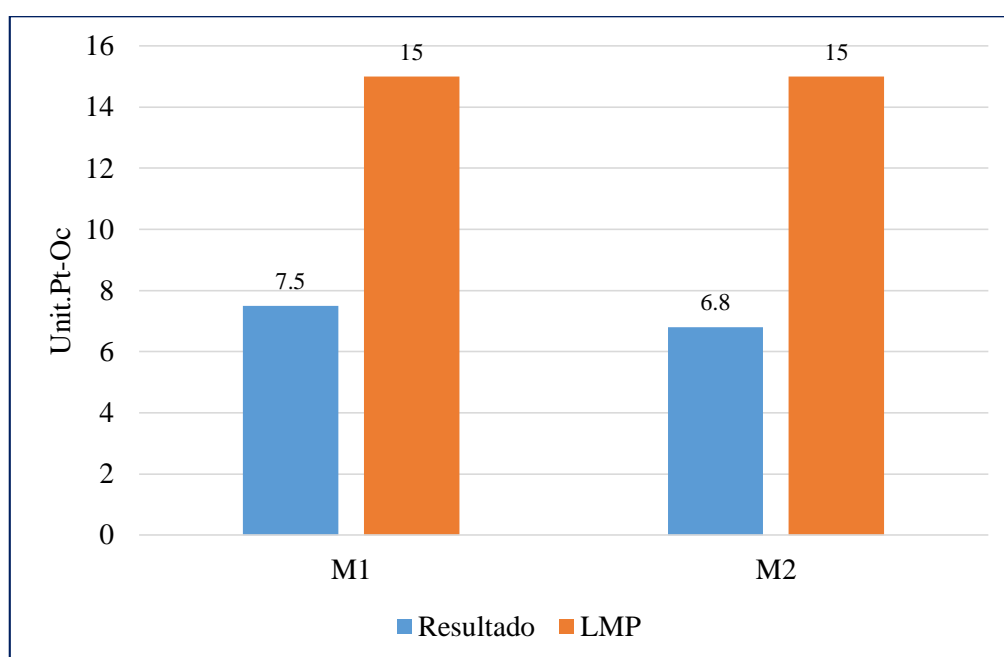


Figura 4: Color del agua antes del tratamiento

Según los resultados mostrados en la tabla 11 y figura 4, observamos que respecto al color el promedio es 7.15 Unit.Pt-Oc no superando el límite máximo permisible.

Tabla 12

pH del agua después del tratamiento

Parámetros	Resultado	Límite máximo permisible	Observación
M1	6.78 U de pH	6.5–8.5 U de pH	No supera el límite
M2	7.02 U de pH		
Promedio	6.90 U de pH		

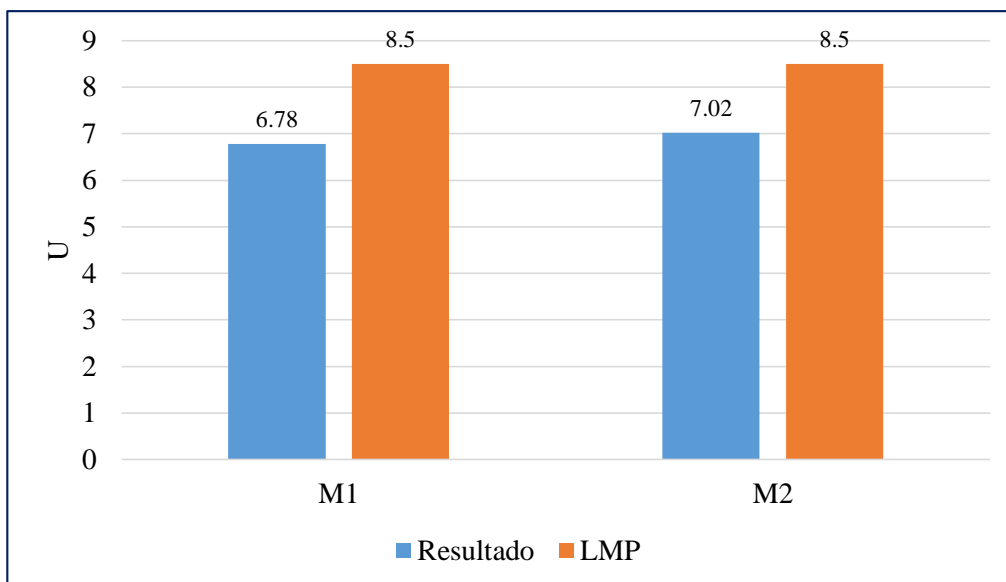


Figura 5: pH del agua antes del tratamiento

Según los resultados mostrados en la tabla 12 y figura 5, observamos que respecto al pH el promedio es 6.90 U de pH no superando el límite máximo permisible.

Tabla 13

Turbiedad del agua después del tratamiento

Parámetros	Resultado	Límite máximo permisible	Observación
M1	4.24 UNT	5 UNT	No supera el límite
M2	4.15 UNT		
Promedio	4.20 UNT		

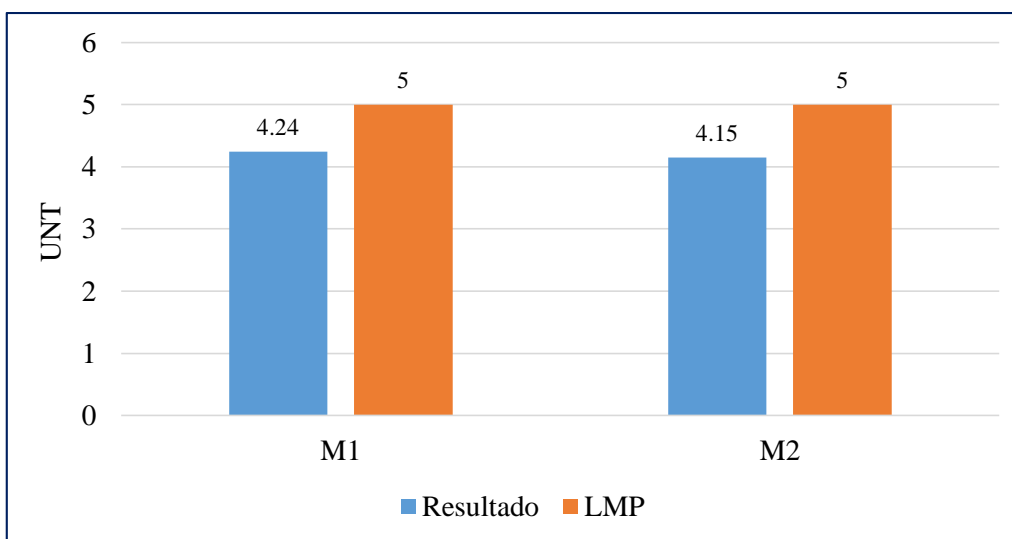


Figura 6: Turbiedad del agua antes del tratamiento

Según los resultados mostrados en la tabla 13 y figura 6, observamos que respecto a la turbiedad el promedio es 4.20 UNT no superando el límite máximo permisible.

Tabla 14

Cloro residual en el agua después del tratamiento

Parámetros	Resultado	Límite máximo permisible	Observación
M1	0.4 Mg/L	0.5 UNT	Dentro del límite
M2	0.3 Mg/L		
Promedio	0.35 Mg/L		

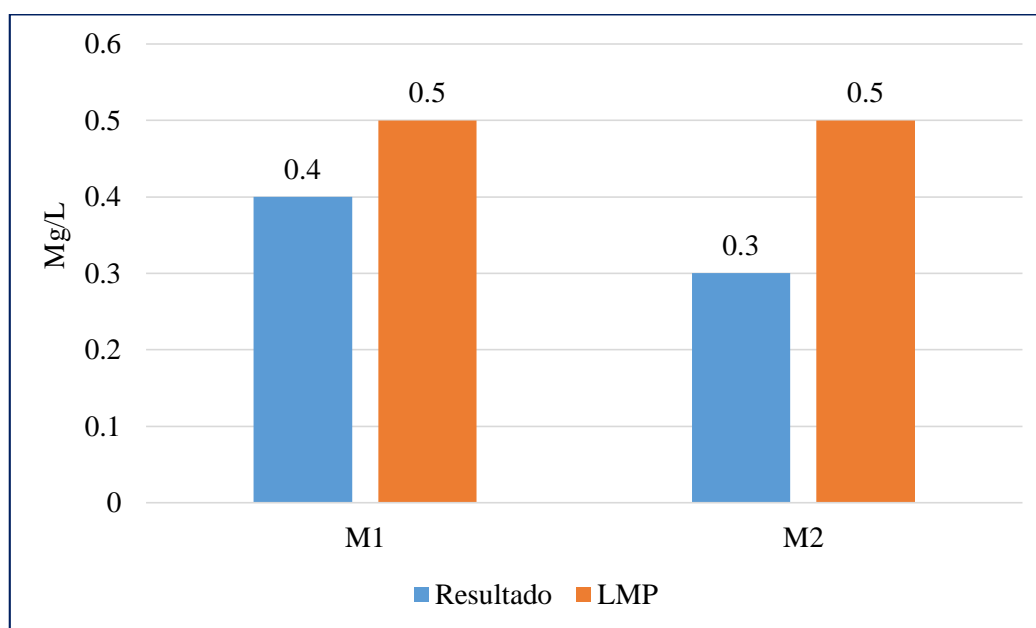


Figura 7: Cloro residual en el agua antes del tratamiento

Según los resultados mostrados en la tabla 14 y figura 7, observamos que respecto al cloro residual el promedio es 0.35 Mg/L encontrándose dentro del límite máximo permisible.

3.2. Discusión:

- En cuanto a los parámetros microbiológicos, encontramos que antes de aplicar la capacitación en promedio existían 892.5 NMP/100 ml de coliformes totales y 369 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes en el agua para consumo humano

superando los límites máximos permisibles, lo cual hace suponer que la población está en evidente riesgo toxicológico ya que ingieren agua no apta para el consumo humano tal como lo menciona Campoverde, J (2015). Se deriva de estos resultados que el agua contaminada se convierte en el tóxico de mayor consumo en la comunidad, dado que al no tener un tratamiento adecuado de filtración y una correcta dosificación de cloro, contendrá diversos tóxicos químicos y biológicos. La causa principal de la falta de cloro en el agua es el incorrecto e inadecuado tratamiento que se da al agua.

Asimismo en cuanto a los parámetros físicos químicos, encontramos que antes del tratamiento el color del agua era de 19.8 Unit. Pt.Co, superando el límite máximo permisible, el pH fue de 7.82 en promedio no superando el límite máximo permisible, la turbiedad fue de 6.70 UNT en promedio superando el límite máximo permisible y no se registró presencia de cloro en el agua lo cual significa que la cloración del agua está siendo un problema en la localidad, coincidiendo con Cava, T. (2016) dado que también identificó que los factores que inciden en la calidad del agua que consume la población se debe que no existe la presencia de cloro residual en el agua y no existe un sistema de mantenimiento en las tuberías desde hace años; no existe personal destinado para este fin; no existe un sistema de supervisión, evaluación y monitoreo de la calidad de agua de parte de las autoridades municipales.

- Respecto a la metodología para el uso adecuado y tratamiento del agua a nivel domiciliario, se diseñó y aplicó una propuesta orientada a que los pobladores conozcan sobre el agua, sus principales fuentes de abastecimiento, así como la importancia que tiene para la vida, la alimentación e higiene personal, el proceso de contaminación del agua y su vinculación con la salud y enfermedad. En esta capacitación los pobladores valoraron la importancia de contar con agua accesible y de calidad para el consumo humano y se familiarizaron con técnicas para tratamiento, ahorro y un mejor consumo.

Los contenidos de la propuesta estaban destinados a incrementar tanto en aspectos generales como otros más específicos, que pueda transmitirlos a la familia según lo previsto en la matriz de capacitación, con el apoyo del material educativo. Estos contenidos fueron el agua, su naturaleza e importancia para la vida, la alimentación e higiene personal, recojo y almacenamiento y usos del agua, contaminación del agua, enfermedades vinculadas al agua, alternativa propuesta para la desinfección

del agua en el domicilio (uso de lejía), la sedimentación para eliminar la turbidez del agua y las estrategias para el uso adecuado del agua. En términos generales y a juzgar por los resultados obtenidos, la capacitación fue determinante para que la población mejore en el cuidado y tratamiento del agua a nivel domiciliario, tal como lo hizo 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.

- Luego de aplicar la capacitación a los pobladores, en cuanto a los parámetros microbiológicos, se registró un promedio de 20.5 NMP/100 ml de coliformes totales y 7 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes, en el agua para consumo humano superando los límites máximos permisibles pero evidenciando una significativa disminución respecto al estado en que se encontró antes de la investigación. Aun así, en estas condiciones respecto a los parámetros microbiológicos podemos afirmar que el agua no es apta para consumo humano.

Asimismo en cuanto a los parámetros físicos químicos, encontramos que después del tratamiento el color del agua era de 7.15 Unit. Pt.Co, no superando el límite máximo permisible, el pH fue de 6.90 en promedio no superando el límite máximo permisible, la turbiedad fue de 4.20 UNT en promedio no superando el límite máximo permisible y se registró una presencia de 0.35 Mg/L de cloro en el agua lo cual significa que se está clorando el agua a nivel domiciliario. En términos generales podemos afirmar que respecto a los parámetros físico químicos el agua es apta para el consumo humano.

CONCLUSIONES

- En cuanto a los parámetros microbiológicos, encontramos que antes de aplicar la capacitación en promedio existían 892.5 NMP/100 ml de coliformes totales y 369 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes 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. En cuanto a los parámetros físicos químicos encontramos que el color, la turbiedad y el cloro residual estaban fuera de los límites máximos permisibles.
- 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 microbiológicos, encontramos en promedio existían 20.5 NMP/100 ml de coliformes totales y 7 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes en el agua para consumo humano superando los límites máximos permisibles, lo cual constituye un disminución significativa respecto al inicio pero aun así el agua no es apta para el consumo humano. En cuanto a los parámetros físicos químicos encontramos tanto el color, la turbiedad, el pH y el cloro residual se estaban dentro de los límites máximos permisibles.

RECOMENDACIONES

- A las autoridades municipales y de salud se recomienda realizar el mantenimiento oportuno y adecuado de las redes de conducción del agua en cuanto a su limpieza y desinfección, así como un mayor control en la calidad del agua especialmente en los parámetros bacteriológicos.
- 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 estudiantes de la facultad de Ecología complementar la presente investigación con otras técnicas para el tratamiento del agua a nivel domiciliario, 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.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, A. *Calidad del Agua para Consumo Humano en el municipio de Trubaco*. Colombia, Bolívar, 2006
- Aguilar, O y Navarro, B. *Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la comunidad de Llañucancha del distrito de Abancay* (tesis). UTLA, Abancay, 2018
- Álvarez, A. *Salud pública y medicina preventiva*. México, En *manual del libro*, 1991.
- 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
- Campoverde, J. *Análisis del efecto toxicológico que provoca el consumo humano de agua no potable, mediante la determinación de cloro libre residual en aguas tratadas de las parroquias rurales del cantón Cuenca* (tesis). Universidad estatal de Cuenca. Ecuador, 2015
- Cava, T. *Caracterización físico – química y microbiológica de agua para consumo humano de la localidad Las Juntas del distrito Pacora – Lambayeque* (tesis). Perú: UNPRG, 2016
- Chemical Company, N. & *Manual del Agua su Naturaleza, Tratamiento y Aplicaciones*. México: McGraw-Hill/Interamericana, 2005.
- Comisión Económica para América 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, 2002
- 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.

- Daza, A. *Talleres inductivos para mejorar el nivel de percepción y el nivel de conocimiento en torno a la calidad del agua potable en el distrito de Nueva Cajamarca*. (tesis). UNSM, 2017”,
- DIGESA. Dirección General de Salud Ambiental. En *Decreto Supremo N° 031-2010* (pág. 10). Lima – Perú, 2010
- Dirección General de Salud Ambiental. *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Lima – Perú, 2010
- Fawell & Nieuwenhuijsen. *Evaluación bacteriológica de agua potable suministrada dentro de las escuelas del gobierno del distrito Patna*. India, 2003
- Flores, L. *Contaminación Bacteriológica por Coliformes Totales, Coliformes Fecales, Escherichia Coli y Salmonella SP en Aguas Termales de alcance turístico de la región San Martín*. San Martín, 2016.
- 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.
- Hernández, C. *Detección de Salmonella y Coliformes Fecales en agua de uso agrícola para la producción de melón*. México, 2008.
- Levine, A. &. *Evaluación del agua para consumo humano*. (tesis). UTEA. ABANCAY, 1998.
- Madigan, M. (2012). *Biología de los microorganismos*. Madrid - España: Pearson, 2012
- Marco. *Prueba de la conductividad eléctrica en la evaluación fisiológica de la calidad de semillas zeyheria tuberculosa*. brazil. 2014
- Mendoza, M. *Impacto de la tierra en la calidad del agua de la microcuenca rio Sábalo*. Costa Rica: CATIE, 1996
- Metcalf. *Ingeniería de aguas residuales tratamiento vertido y reutilización*. En Eddy Madrid - España: Mc Graw, 1995.
- Orellana, J. *Características del Agua Potable*. UTN – FRRO. Argentina, 2005

- Organización Mundial de la Salud (OMS). *Manual para el desarrollo planes de seguridad del agua: Metodología pormenorizada de gestión de riesgos para proveedores de agua de consumo*. Ginebra – Suiza, 2009
- Organización Panamericana de la Salud (OPS), *Consideraciones sobre el programa medio ambiente y salud en el Istmo Centroamericano*. San José, CR, 1993
- Organización Mundial de la Salud. *Guía para la Calidad del Agua Potable*
- Organización Panamericana de la Salud. *Guías para la Calidad del Agua Potable. Control de la Calidad del Agua Potable en Sistemas de Abastecimiento para Pequeñas Comunidades*. Lima, 1998
- Organización Panamericana de la Salud. *Técnicas para la Construcción de Captaciones de Aguas Superficiales*. Lima, 2004
- Oviedo, A. *Participación Ciudadana y Espacio Público. En Segovia y Dascal (2º ed.)*. Santiago de Chile: Ediciones SUR, 2002
- Páez, 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.
- Ramírez, L. *Aplicación de la educación ambiental para desarrollar una cultura sustentable del agua en el centro poblado Los Ángeles. Moyobamba*. (tesis). UNSM, 2017
- Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S.061-2010-SA)
- Rojas et al. *La pequeña cuenca como abastecedora de agua*. Santiago. República Dominicana, 2002
- Romero. *Equidad en el Acceso del Agua en la ciudad de Lima una mirada a partir del derecho humano al agua*. Lima, 2010
- Santos, J. *Conocimiento en cuanto a la calidad del agua potable en tres sectores específicos de Montemorelos* (tesis). UAM. México, 2015
- Sawyer C & Mc Carty. *Química para Ingeniería Ambiental*. Colombia: Mc Graw Hill. 2001
- Severiche & Gonzales. *Evaluación para la determinación de sulfatos en aguas por métodos turbidimétrico modificado*. Cartagena – Colombia, 2012

SUNASS. Resolución de Gerencia General N°037-2004.

Vargas, L. *Tratamiento de aguas de consumo humano*. Lima.2008

Zarza, L. *La guerra del agua, un futuro distópico no tan lejano*. 2009

Ziccardi, A. *Gobernabilidad y Participación Ciudadana en la Ciudad Capital*. México:
Instituto de Investigaciones Sociales. Universidad Nacional Autónoma de México,
1998

ANEXOS

Anexo 1

Informe de laboratorio


INFORME DE ENSAYO N° 8661/2019				
Razón Social:	Ray Freddy Pinedo Pérez			RUC: 10717010855
Proyecto de Tesis:	"Participación comunitaria para mejorar la calidad del agua para consumo humano en asentamiento humano San Genaro, Distrito de Chorrillos – Lima, 2019".			CMA: CMA 4372/2019
<hr/>				
Producto declarado:	Agua potable / P-2 / GRIFO CASA			
Número de Muestras:	02			
Cantidad de Muestra:	Una (01) unidad de 1L y Una (01) unidad de 500 mL			
Presentación:	Envase de plástico			
Condición de la muestra:	Refrigerada			
Datos proporcionados por el cliente	No indica			
Procedencia de la muestra:	Proporcionado por el cliente			
Procedimiento de muestreo:	No Aplica			
Plan de muestreo:	No Aplica			
Lugar de muestreo:	AA.HH. San Genaro			
Fecha de muestreo:	03/12/2019			
Fecha de recepción de la muestra:	03/12/2019			
Código de Laboratorio:	8661			
Fecha de inicio de análisis:	03/12/2019			
Fecha de término de análisis:	07/12/2019			
Fecha de emisión:	12/12/2019			
Página 1 de 2				
Físico Químicos				
Análisis	Unidad	M-1 Entrada agua cruda sin desinfectante	M-2 Con hipoclorito de Calcio al 70%	Límite Máximos Permisibles
Color (LC: 0.1 Unit.Pt-Co)	Unit.Pt-Co	6,30	0,21	15
pH (Referencial)	—	6,89	6,78	6.5 – 8.5
Turbiedad (LC: 0.01 UNT)	UNT	3,32	2,24	5
Cloro Residual Libre	Mg/L	0.00	0.00	0,5
Microbiológicos				
Análisis	Unidad	M-1 Entrada agua cruda sin desinfectante	M-2 Con hipoclorito de Calcio al 70%	Límite Máximos Permisibles
Coliformes Fecales o Termotolerantes	NMP/100 mL	112	16	0
Coliformes totales	NMP/100 mL	560	16	0
<small>EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE: ST</small> <small>Prohíbe la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de SALTIC CONTROL, CMA S.A.</small>				
<small>Cualquier errata o corrección en el contenido del presente informe lo anula automáticamente. Los resultados corresponden al objeto ensayado.</small>				
<small>Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que los produce.</small>				
PR-13-07-01 / V18				

INFORME DE ENSAYO N° 8661/2019

Página 2 de 2

Método de análisis	Método de Referencia
* Color (LC: 0.1 Unit.Pt-Co)	HACH 8025
* pH (Referencial)	SMEWW/AFHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017, pH Value. Electronic
* Turbiedad (LC: 0.01 UNT)	SMEWW/AFHA 22 ^a Ed. 2012 - 2130 B Pág. 2-13
* Cloro Residual Libre	SMEWW/AFHA - Part 4500-Cl C,E, 22 ^a Ed.
* Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	SMEWW/AFHA-AWWA-WEF Part 9221 E, 22nd Ed. 2012. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure 1. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).
* Coliformes totales	SMEWW/AFHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 22nd Ed. (Incluye MUESTREO) 2012. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.

Observaciones: * Los métodos indicados no han sido acreditados por INACAL-DA.


**Bigo, Mbigó, Sonia E. Tandalpan
 Gonzalez**
 Gerente de Laboratorio

TEL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA L.E.Y. POR LA AUTORIDAD COMPETENTE* DT

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, en la autorización escrita de SALTIC CONTROL CMA S.A.
 Cualquier emenda o corrección en el contenido del presente informe lo anula automáticamente.

Los resultados corresponden al objeto ensayado.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

Anexo 2

Panel fotográfico



Foto 1: Demostración de cloración del agua



Foto 2: Capacitación en el cuidado y tratamiento del agua



Foto 3: Pobladores participando en la cloración del agua

Anexo 3

Mapa de ubicación

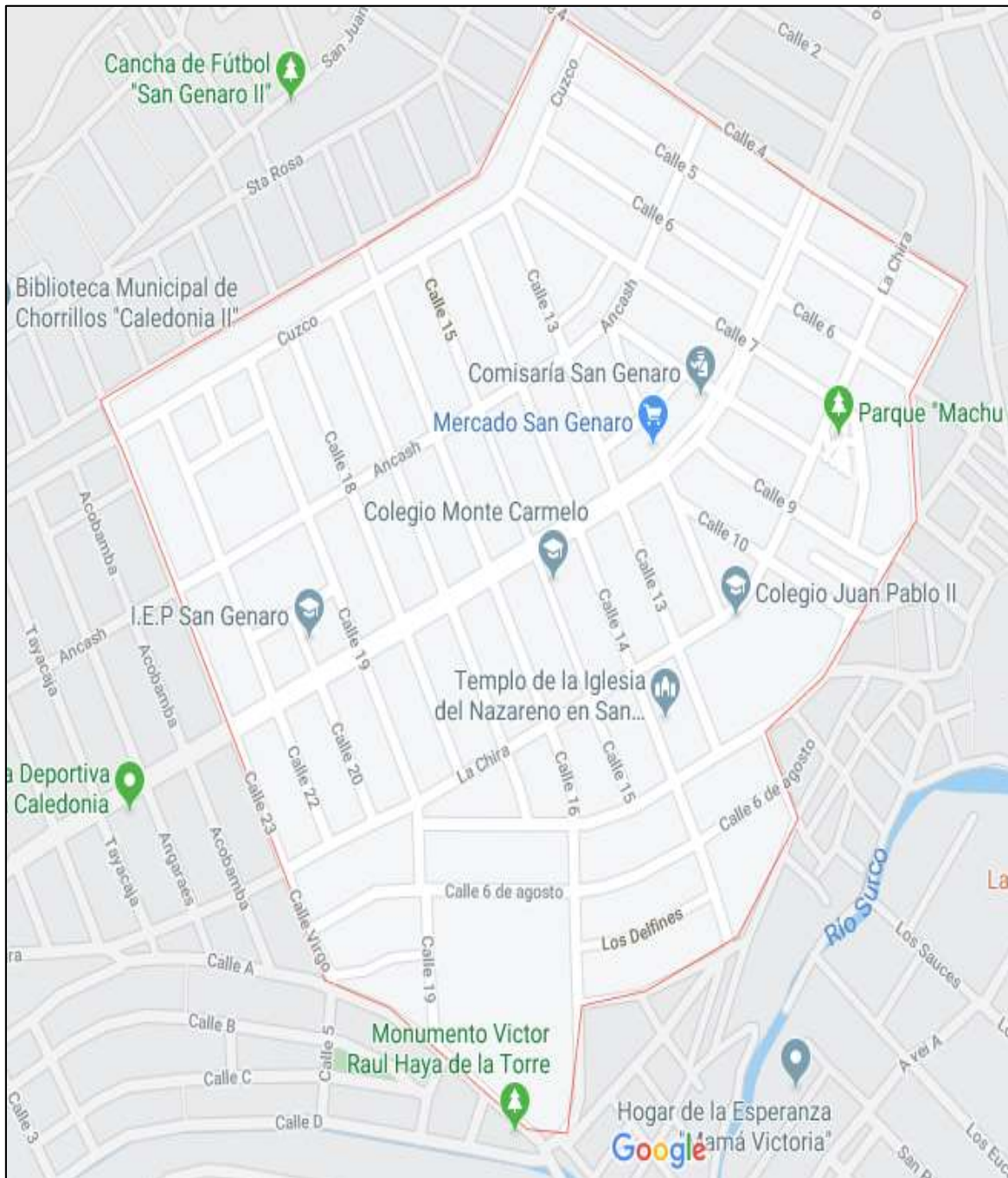


Figura 8. Zona de estudio AA.HH. San Genaro.

