



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Implementación de filtro de xilema de Pino (*Pinus pseudostrobus*) para reducir la carga bacteriológica de aguas subterráneas en los pozos de la Asociación Los Sauces, Puente Piedra 2014.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA:

HERRERA NAPANCCA, ESTRELLA MELISSA

ASESORA:

MG. HAYDEÉ SUAREZ ALVITES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de los recursos naturales

LIMA - PERÚ

2014

Dedicatoria

A mis padres que se encuentran lejos; sin embargo,
siempre me brindan su apoyo incondicional.

Agradecimiento

A Damián, Miryam, Lucero y Carlos por siempre estar pendientes y por brindarme su confianza y apoyo en todo momento.

A los profesores que me brindaron sus conocimientos y apoyo desinteresado.

Presentación

Señores miembros del jurado:

En Cumplimiento del reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis Titulada “Implementación de filtro de Xilema de Pino (*Pinus pseudostrobus*) para reducir la carga bacteriológica de aguas subterráneas en los pozos de la Asociación Los Sauces, Puente Piedra 2014”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniera Ambiental.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Presentación	v
Índice de contenidos.....	vi
Índice de tablas	viii
Índice de figuras	ix
Índice de Anexos	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Problema	14
1.2 Objetivos	14
1.3 Hipótesis.....	14
II. MARCO METODOLÓGICO.....	15
2.1 Variables.....	16
2.2 Operacionalización de Variables	16
2.3 Metodología	16
2.4 Tipo de estudio.....	17
2.5 Diseño.....	17
2.6 Población, muestra y muestreo	17
2.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
2.8 Métodos de análisis de datos.....	21
III. RESULTADOS	22
3.1 Línea base.....	23
IV. DISCUSIÓN	26
V. CONCLUSIONES	32
VI. RECOMENDACIONES.....	34
REFERENCIAS.....	36

ANEXOS.....	42
Anexo 1: Estándar de Calidad Ambiental para Agua Categoría 1 del D.S. Nº 002 – 2008 – MINAM.	43
Anexo 2: Matriz de consistencia.	43

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Variables en estudio.</i>	16
Tabla 2 <i>Operacionalización de variables.</i>	16
Tabla 3 <i>Instrumentos y procedimiento para la toma de muestras de agua subterránea de pozos antes de proceso de filtrado.</i>	19
Tabla 4 <i>Instrumentos y procedimiento para la elaboración de filtro de xilema de pino.</i>	20
Tabla 5 <i>Instrumento y procedimiento para la toma de muestras de agua subterránea después de pasar por el proceso de filtrado.</i>	21
Tabla 6 <i>Resultados de análisis de agua subterránea antes del proceso de filtrado.</i>	23
Tabla 7 <i>Resultados de análisis de agua subterránea después del proceso de filtrado.</i>	24
Tabla 8 <i>Resultados de reducción de carga bacteriológica para Echerichia Coli en agua subterránea.</i>	27
Tabla 9 <i>Resultados de reducción de carga bacteriológica de Coliformes Fecales.</i>	29

Índice de figuras

Figura 1. Resultados de análisis de agua subterránea antes de proceso de filtrado en Echerichia Coli (ufc/100ml).....	23
Figura 2. Resultados de análisis de agua subterránea antes de proceso de filtrado en Coliformes Fecales (ufc/100ml).....	24
Figura 3. Resultados de análisis de agua subterránea después de proceso de filtrado en Echerichia Coli (ufc/100ml).....	25
Figura 4. Resultados de análisis de agua subterránea después de proceso de filtrado en Coliformes Fecales (ufc/100ml).....	25
Figura 5. Reducción de Echerichia Coli (ufc/100ml) después proceso de filtrado	28
Figura 6. Resultados de análisis de agua subterránea después de proceso de filtrado: Expresado en valor y porcentaje.....	28
Figura 7. Resultados de reducción de carga bacteriológica de agua subterránea.....	30

Índice de Anexos

Anexo 1: Estándar de Calidad Ambiental para Agua Categoría 1 del D.S. Nº 002 – 2008 – MINAM.	43
Anexo 2: Matriz de consistencia.	43
Anexo 3: Cadena de custodia para toma de muestras.	44
Anexo 4: Informes de Ensayo de laboratorio 1.....	45
Anexo 5: Informes de Ensayo de laboratorio 2.....	46
Anexo 6: Pozos de agua subterránea - Vivienda N°1 – Mz.L Lt 5.....	47
Anexo 7: Pozos de agua subterránea - Vivienda N°2 – Mz.M Lt 2.	47
Anexo 8: Toma de muestras antes de proceso de filtrado P-01.....	48
Anexo 9: Toma de muestras antes de proceso de filtrado P-02.....	49
Anexo 10: Fotografías (Elaboración de filtro de xilema de Pino).....	50
Anexo 11: Toma de muestras después del proceso de filtrado.....	51
Anexo 12: Validación de instrumentos	51

RESUMEN

En la actualidad se encuentran dispositivos eficaces de punto de uso para el manejo de agua potable pero el costo de estos es elevado, es por ello que en el presente estudio se mostró que el uso del filtro de xilema de Pino permitió reducir la carga bacteriológica de Echerichia Coli y Coliformes Fecales de las aguas subterráneas, se analizó 2 pozos de agua subterránea con volúmenes que se encuentran entre 4m^3 y 5m^3 de la Asociación Los sauces Puente Piedra. Se tomó muestras de agua antes y después del proceso de filtrado para lo cual se usó el protocolo de toma de muestras de agua, cadenas de custodia e informes de ensayo para obtención de los resultados. En función a los datos obtenidos del laboratorio se realizó el cálculo de disminución de carga bacteriológica lo que resulto que en el pozo P-01 se obtuvo que después de haber pasado el agua subterránea por el filtro de xilema para E. Coli se obtuvo una disminución de 1.031 UFC/100ml lo que viene a ser solo el 99.9% de reducción de la carga bacteriológica y para Coliformes Fecales se obtuvo 0.215 UFC/100ml que representa el 93.5% de reducción de carga bacteriológica; para el pozo P-02 se tiene que después de haber pasado el agua subterránea por el filtro de xilema para E. Coli se obtuvo una disminución de 2.04 UFC/100ml lo que viene a ser el 99.5% de reducción de la carga bacteriológica y para Coliformes Fecales se obtuvo 0.76 UFC/100ml que representa el 75% de reducción de carga bacteriológica. Si se analizan los resultados recopilados, se observa que en comparación a la norma no se logra alcanzar el LMP establecido de 0 UFC/100ml sin embargo para ambos parámetros se ha logrado reducir la carga bacteriológica casi en su totalidad en comparación a los resultados obtenidos del primer análisis de agua.

Palabras clave: (Bacterias, Xilema, Filtro, Agua Potable).

ABSTRACT

Today is effective point devices use for drinking water but the cost of these is high, that is why in the present study showed that the use of filter xylem Pino has reduced the bacterial load of Escherichia coli and Fecal Coliform groundwater, 2 groundwater wells with volumes that are between 4m and 5m ³ of the Association willows Puente Piedra was analyzed. Water samples were taken before and after the filtering process for which the sampling protocol water, chain of custody and test reports for obtaining the results was used. Depending on the data obtained from the laboratory calculating decrease bacterial load was performed which resulted in the well P-01 was obtained after passing the groundwater through the filter of xylem for E. Coli decrease was obtained 1,031 CFU / 100ml which amounts of 99.9% reduction of the bacterial load and Fecal Coliform is 0.215 CFU / 100ml representing 93.5% reduction in bacterial load; in the case of the well P-02 obtained must be after passing the groundwater through the filter of xylem for E. coli decreased 2.04 CFU / 100ml which becomes the 99.5% reduction of the bacterial load and Fecal Coliform 0.76 CFU / 100ml was obtained that represents 75% reduction in bacterial load. From the results obtained can be seen that compared to the standard fails to meet the set of LMP 0 CFU / 100ml however for both parameters it has reduced the bacterial load almost totally compared to the results of the first analysis water.

Keywords: (Bacteria, Xylem, Filter, Water).

I. INTRODUCCIÓN

Las personas hoy en día son muy proactivas con el fin de conservar su entorno ambiental y hemos visto que se está tomando diversas iniciativas para proteger nuestro medio ambiente, y la razón fundamental de hacerlo es porque si nuestro entorno es saludable nosotros estaremos saludables. En el caso del agua, hemos visto como desde hace mucho se viene trabajando en su adecuada gestión y dotación a las poblaciones de toda índole y clase social pero aún existen algunas poblaciones vulnerables donde la falta de conocimiento, falta de procesos de tratamiento o la falta de higiene a nuestros sistemas de abastecimiento siguen provocando problemas ambientales.

El riesgo más generalizado con respecto al agua de consumo se fundamenta en la contaminación por microorganismos patógenos producto de la interacción de los cuerpos de agua con aguas servidas y excretas de hombres y animales. Tal es el caso del agua subterránea en la Asociación Los Sauces en Puente Piedra, en esta localidad la gran mayoría de pobladores cuenta con pozos artesianos de donde extraen el agua para su consumo directo sin previo tratamiento. Esta situación permite que se esté consumiendo organismos patógenos presentes en el agua, ya que las aguas subterráneas de la Cuenca Baja del Río Chillón presentan incidencia de contaminación antropogénica a través de deposición de residuos sólidos y excretas directas en el río que a su vez contaminan la napa freática.

Por ello la presente investigación evalúa la calidad microbiana del agua subterránea de la Asociación Los Sauces en Puente Piedra con el objeto de implementar un sistema de filtros de Pino (Xilema de *Pinus pseudostrobus*) para reducir la carga bacteriológica del agua y no generar impactos en la salud de la población.

ANTECEDENTES

Solsona y Medes (2002) aseguraron que, en la mayoría de las situaciones, los microorganismos son hallados en el agua, aire y suelo. Sin embargo, la cantidad que es encontrada depende de algunos factores, por ejemplo: nutrientes, humedad y temperatura. Para el caso de los microorganismos patógenos, como resultado de estas circunstancias, no hay un límite inferior que puede ser concebido como tolerable. De ahí que el agua para consumo o higiene personal no puede poseer ningún tipo de agente patógeno que afecte a los seres humanos. Un tipo de agua adecuada existe en fuentes de agua o cuando se logra descontaminar de forma eficaz el agua contaminada para su distribución.

Marchand (2002) en su estudio titulado *Microorganismos Indicadores de la Calidad de agua de Consumo Humano en Lima Metropolitana* afirmó que, con respecto al consumo de agua para el ser humano, el mayor riesgo consiste en la contaminación microbiana con aguas excretas de los individuos y animales. Sin se encuentran microorganismos patógenos quiere decir, a grandes rasgos, que están vivos y pueden provocar enfermedades. Con el fin de controlar este problema, se deben aplicar guías para normar la calidad y, de esta manera, lograr un buen destino sin afectar la salud del consumidor. La idea es disminuir, a partir del cumplimiento de los parámetros, los peligros de adquirir enfermedades infectocontagiosas.

Quintero (2009) en su estudio titulado *Microbiología de Aguas Subterráneas en la Región sur del Municipio Valledupar – Colombia* indicó, como resultado de las muestras, que las aguas seleccionadas no son aptas para que los humanos las usen, debido a que los pozos artesanos no cuentan con condiciones pertinentes en pro de la higiene. El autor encontró suciedad, objetos, vectores y algas en el interior; en suma, son focos que pueden resultar infecciosos para la proliferación de microorganismos y de enfermedades. La existencia de coliformes totales, fecales y Enterococos (*Streptococos Fecales*) se debe a que, muy cerca al lugar, hay letrinas o pozas sépticas, lo cual provoca que las heces se entremezclen con los acuíferos.

Por su parte, Herrera (2008) evaluó la calidad fisicoquímica y microbiológica de las aguas subterráneas en Venados y Caracolí, municipios del Cesar, Colombia. Para este caso, el autor empleó como parámetros de contaminación “Coliformes totales, Coliformes fecales, Mesófilos Aerobios y Enterococos (*Estreptococos Fecales*)”; los resultados arrojaron: “Coliformes totales 2600 UFC/100 ml, Coliformes fecales 2600 UFC/100 ml Mesófilos Aerobios 2600 UFC/100ml, y Enterococos 2600 UFC/100 ml”. Lo que se traduce en que las aguas no deben estar destinadas para el humano y su consumo, puesto que no son aptas.

De forma similar, Aliaga (2010) en su tesis desarrolló un estudio bajo el nombre de *Situación Ambiental del Recurso Hídrico en La Cuenca Baja del Río Chillón y su Factibilidad de Recuperación para el Desarrollo Sostenible*. En esta investigación, el autor aseveró que, con respecto a la Cuenca Baja de Río Chillón, las descargas son concebidas como las fuentes de contaminación, las cuales provienen del uso doméstico y que, en el trayecto, llegan hasta el mar. Esto genera que La Cachaza se convierta en otra fuente relevante de contaminación al río Chillón; también vierte su contaminación al río de Puente Piedra. En estos es común hallar letrinas en zonas cercanas.

De acuerdo con el estudio realizado, el riesgo ambiental con mayor nivel está en el distrito de Ventanilla, San Martín de Porres, Comas, Puente Piedra y Callao. Esto sucede al estar afectadas por los materiales riesgosos y por ser botaderos de materiales domésticos y sistemas de fundición secretas. Toda esta problemática afecta de forma significativa la salud de la gente, sobre todo, a los infantes, puesto que ocasiona enfermedades respiratorias, diarreicas y alergias.

Después de ejecutado la evaluación, los análisis microbiológico y físico químico identificaron que, con respecto a la calidad de las aguas superficiales del río Chillón, existen elementos de alto riesgo, debido a que los coliformes fecales exceden en 4000 NMP/100ml, coliformes totales que excede en 17000 NMP/100ml, demanda bioquímica de oxígeno que excede en 23 ppm comparado con las normas peruanas (Ley General de Aguas). Esto surge porque las aguas residuales, ya sea de tipo doméstico o industrial, llegan al río. Igualmente, en el río Chillón arriban las aguas cloacales y objetos sólidos que provienen de los ciudadanos que viven cerca y no tienen servicios básicos.

Castillo (2009) en su estudio titulado *Evaluación de la Calidad Microbiológica y Fisicoquímica de Aguas Subterráneas Ubicadas en los Municipios de La Paz y San Diego – Colombia* examinó las particularidades fisicoquímicas y microbiológicas de los pozos o aljibes que están situados en los territorios de La Paz y San Diego en Colombia. Los resultados recopilados en este estudio evidenciaron que, en cada punto de muestreo, los criterios excedieron los niveles normales aptos para que el agua se utilice como consumo humano (uso primario). En contraste, se halló que un 4.3 % de los pozos puede ser empleada para riego; un 76.3 % puede ser usada para regar, pero esto trae consigo otros peligros, por ejemplo, el incremento de salinizar los terrenos regados. Incluso, esto ocasiona que se reduzca la productividad del terreno y, por último, un 12.9 % no tiene potencialidad para utilizarse como pastoreo o riego.

Este estudio dejó entrever que en el 83.8 % de los pozos mencionados existe *Pseudomona*. Igualmente, se encontraron quistes *Giardia sp*, *Criptosporidium sp*, *Entamoeba coli*, *Entamoeba histolytica* y *Balantidium coli*. *Giardia sp* fue el que tenía más abundancia con un 46.1 % y, por su

parte, el de menos abundancia fue *B. coli* con 8.9 %. Cabe aclarar que estos elementos pueden surgir, ya sea en aguas normales o contaminadas. Al ser parásitos tienen la capacidad de reproducirse de forma fácil e impactan al ser humano con problemas graves de salud. Según los resultados, la calidad de agua muestreada está alterada y, además, se convierte en foco infeccioso por las condiciones no aptas de higiene y la proliferación de microorganismos. Así mismo, se indica que los pozos artesianos se encontraron sometidos a contaminación de origen fecal, lo cual se atribuye a la existencia de letrinas o pozas sépticas próximas; situación que genera que los lixiviados se relacionen con los acuíferos.

Cutimbo C. (2012) en su estudio titulado *Calidad Bacteriológica de las Aguas subterráneas de consumo Humano en Centros Poblados Menores de La Yarada y Los Palos del Distrito de Tacna* indicó que los resultados, con respecto a la Calidad Bacteriológica que poseía el agua de tipo subterránea seleccionada en la investigación, no estaba dentro de los índices que instaura el “Decreto Supremo N° 031-2010-SA”. En este sentido, de los 46 pozos seleccionados, para abril y junio del 2012, se obtuvieron valores en el agua subterránea que no son aptos para el humano, lo cual representa las concentraciones de bacterias Coliformes Totales 54 %, Heterotróficas 2 % y Coliformes Termotolerantes 11 %. Según cifras totales, el 54 % posee contaminación microbiológica, esencialmente por Coliformes totales y Termotolerantes y, en segundo lugar, de Bacterias Heterotróficas (2 %). Esta problemática es similar a la que se expuso por el DESA en el 2011, en el que se halló que el peligro de contaminación microbiológica fue de un nivel alto. En principio, el problema se fundamenta en el aumento de pozos y surtidores que son secretos; estos no tienen algún mecanismo de control sanitario, es decir, no se logra desinfectar el agua y, sumado a esto, cuentan con un mal sistema de evacuación de excretas que provoca contaminación.

Rohit C. (2014) en su investigación “Tecnologías relacionadas con el transporte de agua” nos indica que utilizando sistemas de filtro de agua de baja tecnología a partir de una rama de un árbol de pino se filtra hasta 4l/día de agua y la eliminación de hasta el 99.9 % de la bacteria *E. coli* y su producción. Para la purificación se aprovecha la acción natural de filtración de las plantas, la cual se fundamenta en las acciones del xilema.

Hernández (2009) en su estudio *Translocación por el Xilema* concluyó que el proceso de absolver agua alude a un procedimiento pasivo que se genera, como consecuencia, de la difusión, en la cual no aparece que se posea energía metabólica. No se puede ignorar que el agua sigue un gradiente de potenciales químicos que surge de territorios con abundante potencial híbrido hacia áreas con un nivel inferior. El agua se esparce de la solución del suelo, por medio de la epidermis, a la raíz. Posterior a esto, pasa al cortex, endermis, periciclo y, por último, los vasos. Además, sigue un

gradiente de zonas hídricas y dentro de los vasos se despliega una presión hidrostática. Esta es inducida de forma osmótica y se le asigna el título de presión radical. Cabe mencionar que las células vivas del xilema y la solución del suelo se comportan como membrana semipermeable. En general, el xilema de la raíz acciona como si fuese un osmómetro.

Por último, Valla (2007) en su libro *Botánica: Morfología de las plantas superiores* llegó a la conclusión de que el xilema es el encargado de transferir la sabia desde la raíz hasta la planta, más específicamente, su parte proximal. Comúnmente, es conocida como savia bruta, la cual está compuesta por agua e iones de tipo inorgánicos. Debido a que están muertos los elementos traquearios en el tejido, la energía no es proporcionada por ellos mismos. Los encargados son dos fenómenos. En primer lugar, la ósmosis, la cual mueve hacia arriba el agua que está en la raíz, debido a la diversidad en soluble que está en el tejido radical y lo húmedo del suelo; en este sentido, la absorción del agua, la raíz se acciona. En segundo lugar, la succión que se genera, debido a que el agua se encuentra en las membranas celulares y dentro de las células mesófilas de la parte aérea de la planta. Así pues, se evapora y no se percibe en la atmósfera; reduce el potencial de agua y genera un gradiente de potencialidad de agua que ayuda a los tejidos y el movimiento entre estos. Por su parte, estos también absorben agua que proviene de paredes familiares y vecinas, incluso, de los vasos xilemáticos.

No se puede olvidar que cuando no hay agua del xilema se construye una fuerza en la barrera de agua, la cual está incorporada en el xilema. Gracias a las fuerzas de cohesión que se accionan dentro de las moléculas se produce que esa presión no positiva, la cual se transfiere en la masa líquida hasta aproximarse al xilema de la raíz. De esta manera, se reduce la potencialidad de agua en el xilema de la raíz y construye un gradiente que ayuda a que el líquido transite desde el terreno al xilema de la raíz y, por tanto, hasta atmósfera y, por ende, las hojas.

Tarr P. (2005) en su libro "Enterohaemorrhagic Escherichia coli in human medicine" nos indica que el tamaño de E. coli varía desde $0,5\mu\text{m}$ y $3,4\mu\text{m}$, e independientemente del tamaño, estos son un tipo de bacteria que por lo general en humanos son expulsados por medio de las heces, sin embargo depende mucho de si el agua o alimento consumido se encuentren contaminados por esta bacteria para que la afectación en humanos sea mayor, se sabe que la mayor contaminación por esta bacteria se encuentra en alimentos de característica bovina, sin descartar el riesgo al consumir agua, por ello es importante asegurar la reducción de carga bacteriana en el agua, la cual debe ser bien tratada para que sea apta al consumo humano, también es cierto que aun cuando el agua se encuentre tratada de manera adecuada, los canales por donde esta circula pueden ser un factor de riesgo contaminante, sumado a otros factores externos.

JUSTIFICACIÓN

No es un secreto afirmar que las aguas de tipo subterráneas son más complejas de contaminación si se comparan con las superficiales. Sin embargo, resulta más difícil la eliminación de la contaminación. Esto sucede porque las del subsuelo poseen un nivel de renovación que se caracteriza por ser lento. Así pues, mientras en los ríos el lapso de permanencia medio del agua es de días, en el acuífero sobrepasa siglos; situación que provoca su purificación.

Igualmente, la explotación no correcta de las aguas de subsuelo genera el surgimiento de varias problemáticas. En varias situaciones se complejiza por un tardío reconocimiento e identificación del deterioro en el acuífero, puesto que, debido a que el agua subterránea no se percibe a la vista, el problema tarda en salir a flote. El riesgo más común de contaminación se fundamenta en que son aguas residuales y excretas que poseen factores fisicoquímicos y ambientales que afectan la salud del ser humano.

Existen pozos informales que en su mayoría no cuentan con la higiene necesaria, por lo cual las capas subterráneas poseen microorganismos patógenos y desechos humanos (nitratos). Esta situación expone a los individuos a un posible peligro de enfermedades.

Las aguas subterráneas radican en ser un recurso con características accesibles y esenciales para muchos individuos a nivel global, ya que beneficia gratuitamente a ciudades, industrias y regadíos, su aprovechamiento ha tenido aumento importante y es un factor clave para el desarrollo.

En la Asociación Los sauces Puente Piedra el 80% de pobladores utilizan agua subterránea para su uso diario (cocina, duchas, baños), el uso de esta se hace sin ningún tratamiento previo es así que se busca las mejores técnicas de reducción de contaminación.

MARCO TEÓRICO

El Agua Subterránea: a nivel global, los pozos y manantiales se encargan de proporcionar agua para diferentes usos: consumo, cosechas y la industria. Aunque, a primera vista, el concepto de agua subterránea genera discordias y pocas precisiones, es uno de los recursos más preciados y asequibles (Mendoza, 2010).

El agua subterránea alude a aquellas creaciones geológicas que facilitan el transcurso del agua y su correcta explotación. Esta se halla en el área saturada y, a su vez, está debajo de la capa terrestre.

Es tal su importancia que allí se encuentra mayor cantidad de agua que existe en lagos y arroyos (60 veces más). Sin embargo, es difícil su extracción por las profundidades en las que se halla y el problema también surge cuando se contamina una parte, puesto que se contamina todo (Aguas subterráneas acuíferas, 2011).

El líquido que se cuela por el terreno de suelos no saturados (zona vadosa) trae consigo elementos disueltos (por ejemplo, elementos orgánicos), los cuales son arrastrados hasta las aguas subterráneas y allí, a partir de reacciones anaerobias, se descomponen. Cabe aclarar que la desnitrificación se potencializa por los redox bajas y, asimismo, por los altos rangos de concentración de nitrato que componen los acuíferos (Castillo, y otros, 2009).

Como se mencionó, aunque estas aguas subterráneas resultan más difíciles de contaminarse, cuando sucede es mucho más complejo de erradicar esta problemática. Esto sucede por el ritmo de renovación que es muy lento. En los ríos el tiempo de permanencia medio del agua es de días, en los acuíferos sobrepasan cientos de años. En suma, el proceso de purificación es muy complejo (Quintana, J. y Tovar, J. 2002).

No obstante, la misma circulación subterránea se encarga de la depuración del agua de partículas y microorganismos, pero, a veces, resulta insuficiente esta labor por los usos y formaciones que hacen los mismos humanos (fosas sépticas o residuos agrícolas). No hay duda de que los individuos provocan problemas como la aparición de infiltración de nitratos y abonos químicos que se caracterizan por ser solubles, los cuales afectan de forma grave los recursos en llanuras orientadas a la actividad agrícola y la población (Fundación ACUORUM, 2017).

Importancia del Agua Subterránea: estas aguas poseen, en un perímetro de 800 metros, 30 veces la cantidad que hay en embalses y, por supuesto, lagos y, asimismo, es mayor de 3000 veces de lo que existe en canales y, claro está, cauces.

El aumento en el análisis y en el proceso alrededor de los acuíferos y, sobre todo, de las diferentes utilidades en trabajos de agricultura dejan entrever ciertos beneficios si se compara con el agua que está en la superficie. Con respecto a otras fuentes de agua empleadas para el riego y otros requerimientos, el agua del subsuelo puede darse de forma rápida y muy próxima al lugar de uso, lo cual eliminaría los canales o tuberías largas que producen mayores inversiones (Mendoza, 2010).

Fuentes de Captación: el agua subterránea está, como su nombre lo indica, debajo de la superficie. Además, entre otras de sus particularidades, rellena los poros de componentes sueltos o

cementados. Para este caso, debe considerarse la forma, el tamaño y ubicación de cavidades para el agua y su respectivo movimiento. El nacimiento de este fenómeno puede ser por infiltración, agua en el terreno o que nace desde la tierra (Quintana, J. y Tovar, J. 2002)

Esta agua está inmiscuida en una creación de roca que posee niveles suficientes de este material para su explotación y vuelta a la superficie. Los pozos artesianos, los cuales logran alcanzar un manto cautivo de agua, son posicionados como la esencial fuente de captación de este líquido subterráneo. Esta mana por su propia cuenta y se eleva hasta un punto de alimentación (Aguas subterráneas, 1992).

Cabe mencionar que, en los casos generales, el agua no puede ascender por sí misma dentro de los pozos. Si se encuentra a 30 m de profundidad, permanecerá a ese mismo rango y varía según los periodos de humedad y/o sequía. No obstante, sí hay momentos donde el agua asciende, sobre todo, cuando se encuentra una corriente del líquido del subsuelo que transita entre dos capas geológicas que son impermeables; y, a su vez, el agua provenga de un punto elevado. En este sentido, el agua alcanza a subir y se acerca al punto donde se origina, debido, en parte, a la ley hidráulica. Una de las mayores ventajas de los pozos artesianos radica en que no requieren de un mecanismo para incrementar el agua. En temas de exploración y búsqueda de estos pozos, es importante considerar la estructura geográfica y geológica, puesto que, debido a sus particularidades, resulta difícil encontrarlos (Sayan Miranda, Pérez G. 2006).

Contaminación Microbiológica del Agua: las enfermedades que se difunden por el agua se conciben como "enfermedades transmitidas por el agua". Los organismos patógenos son, sobre todo, biológicos y no tanto químicos y no se puede ignorar que las afecciones que se originan son, en su mayoría, contagiosas. Asimismo, estos organismos integran a los microorganismos, los cuales se transfieren en los desechos de tipo humano o animal. Estos elementos se contraen por el consumo del líquido que está contaminado (Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua, 2010).

Los patógenos humanos que se transmiten por el agua incorporan otros tipos de microorganismos como es el caso de helmintos, bacterias, protozoos y virus. Cada uno de estos son distintos en cuanto a su estructura, composición y tamaño (Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua, 2010).

Una bacteria conocida es *Shigellae dysenteriae*, la cual provoca la disentería (diarrea sangrante) y sus síntomas son síntomas tóxicos, pujos, retortijones y fiebres altas. Incluso, pueden generar epidemias con grandes niveles de mortalidad, tal como sucedió en 1969-1973 en América Latina y

que registró más 500 000 enfermos y 9000 muertos (Ayllón, y otros, 2015). Por su parte, *Salmonella typhi* también es concebido como un bacilo que provoca la fiebre tifoidea que puede generar hemorragia o perforación intestinal. La forma más empleada es el agua, pero también se puede transmitir por alimentos o con relación directa con individuos infectados (Organización mundial de la salud - OMS, 2018).

Debido a los tratamientos efectivos del agua, podría decirse que la fiebre tifoidea ha sido erradicada (Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua, 2010). Otra enfermedad más frecuente es la *Salmonella spp.*, agente de salmonelosis, aunque no es tan severa como la fiebre tifoidea (Bush, 2020).

Otro agente etiológico del cólera, *Vibrio cholerae*, también se difunde de forma habitual por medio del agua, cuando se consumen mariscos o, incluso, hortalizas que están crudas. Como resultado de la potabilización del agua, se podría insinuar que ha sido erradicada en los países desarrollados (Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua, 2010).

Sumado a esto, *Escherichia coli* y, en la mayoría de los casos, las cepas de *E. coli* son de tipo comensales y habitan en el intestino. No obstante, dentro de este grupo están las bacterias patógenas causantes, las cuales producen una diversidad de afectaciones gastrointestinales. En los *E. coli* patógenos se incorporan *E. coli enteroagregativo*, *E. coli enterotoxigénico*, *E. coli enterohemorrágico*, *E. coli enteroinvasivo*, *E. coli enteropatogénico* y *E. coli enteroadherente* (Organización mundial de la salud - OMS, 2018).

Enfermedades Transmitidas por el Agua: resulta paradójico que el agua ayuda a instaurar un entorno saludable, pero, a su vez, es el principal medio de contagio de afecciones. Estas patologías se producen por el agua sucia, en el que el líquido se entremezcla con desechos de todo tipo. En cifras, el no tratamiento adecuado genera, en promedio, 12 millones de muertos por año (OMS, 1995).

Se tiene un estimado de 3000 millones de personas que no cuentan con los servicios básicos de higiene, es decir, servicios higiénicos. En promedio, más de 1200 millones de individuos están en peligro al no poseer acceso a agua dulce que sea salubre. En zonas donde no existen infraestructuras de saneamiento adecuadas, las enfermedades pueden difundirse con un nivel rápido. Esto, como ya se explicó, surge cuando hay organismos de tipo infeccioso en los excrementos, los cuales son llevados por movimiento del líquido o se lixivian hasta llegar a los manantiales, lo cual contamina el agua potable. El nivel de propagación es proporcional a la

cantidad de desecho (humano o animal) que esté incorporada; con el consumo se transfiere a otro nuevo hospedador (Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua, 2010).

Las más recurrentes enfermedades son las enfermedades diarreicas, las cuales aún están vigentes en ciertos países por la ausencia de un tratamiento adecuado de las aguas residuales. De acuerdo con cifras oficiales, cada año se consignan 4000 millones de situaciones de este tipo y provocan de 3 a 4 millones de muertes, especialmente, en los niños (OPS- OMS, 2000).

También, el empleo de aguas residuales para fertilizar puede causar epidemias o afectaciones similares al cólera (DESA, 2010). En zonas donde no hay suficientes suministros de agua limpia, las enfermedades se vuelven crónicas. Un caso ilustrativo ocurrió en Chile y Perú cuando, debido a que se empleó fertilizantes para hortalizas, surgieron brotes de cólera en 1991. Esto no solo afectó a dichos países, sino a toda Latinoamérica; la velocidad de transmisión del agua es siempre rápida.

Calidad Microbiológica del Agua para Consumo: la OMS (1995) definió este parámetro dentro de las Guías de Calidad del Agua de Bebida. Allí estipuló que este tipo de agua es aquella que es para consumo e higiene. Entre sus características, el líquido no debe incitar la infección microbiológica, la infección microbiológica. Es decir, no puede ni debe afectar o ser perjudicial para el bienestar.

Así mismo insta a garantizar la inocuidad microbiana del abastecimiento de agua de consumo. Se ponen diversas barreras para erradicar la contaminación y disminuir los rangos que resulten perjudiciales. De ahí que se pongan barreras para proteger los recursos hídricos y su respectivo tratamiento y distribución. La técnica más utilizada es el empleo de un sistema de gestión que se fundamenta en prevenir y reducir la entrada de patógenos.

La calidad del agua es un criterio fundamental que impacta no solo a los ecosistemas, sino también se relaciona con el bienestar humano (salud, alimentación, actividades económicas y diversidad biológica). De este modo, la calidad del agua impacta en la pobreza, los niveles sociales y la educación.

Desde una perspectiva administrativa, la calidad se delimita por su utilización final deseada. En este sentido, el agua necesita altos rangos de pureza cuando se usa para la recreación, alimento y hábitat, mientras que, para el caso de la generación de energía hidroeléctrica, los criterios son menos que trascendentales. Por consiguiente, la definición de calidad del agua resulta amplia y depende de los atributos físicos, químicos y biológicos para sostener los fines deseados (CEPE, 1995). Luego de su vida útil, el agua regresa al sistema hidrológico y, si se maneja y trata de forma adecuada, afecta de forma grave al medio ambiente.

La calidad se delimita en función de un grupo de atributos variables fisicoquímicos o microbiológicos y de índices. Para un mayor entendimiento, es fundamental definir que la calidad físico-química del agua se determina por los elementos químicos expuestos que perjudican el bienestar (OMS, 2006). En contraste, la microbiológica se funda en aquellos microorganismos que impactan la relación de forma directa con el individuo y que, al mismo tiempo, avisan de la aparición de otros; situación presente en los coliformes fecales, *Escherichia coli* y *Salmonella*.

En nuestro país se regula a través del DS N° 031-2010-SA, el cual se entiende como el Reglamento de la calidad del Agua enfocado en el para consumo. A continuación, ver Anexo 1 con los límites máximos que son permitidos para el caso de criterios microbiológicos y parasitológicos

MARCO CONCEPTUAL

Microorganismos: microbio o también conocido como organismo microscópico, el cual solo se percibe por el microscopio. Posee diversas formas y tamaños y en su estructura sobresale la individualidad. En proporciones, si un virus tiene el tamaño de una pelota de tenis, por su parte, una bacteria abarcaría la media cancha y, a grandes rasgos, una célula eucariota se representaría en un estadio completo de fútbol (CQuímica, 2015).

Echerichia Coli: bacteria que habita en el intestino del ser humano y en ciertos animales, sobre todo, de sangre caliente. De forma general, las cepas resultan inofensivas, pero sí pueden provocar una grave afección por medio de transmisión de tipo alimentaria. En la mayoría de los casos, se difunde por consumo de líquidos o comidas ya contaminadas (Organización mundial de la salud - OMS, 2016).

Coliformes Fecales: son un grupo de bacterias de tipo aerobias y facultativamente anaerobias. Estas son fermentadoras de lactosa y pobladores que habitan el intestino grueso de animales y seres humanos. Muchas de estas no cuentan con las habilidades suficientes para reproducirse cuando esta por fuera de su hábitat. De ahí que son usados como indicadores y parámetros de contaminación por desechos fecales (Rivas, y otros, 2006).

LMP: los Límites Máximos Permisibles evalúan la concentración de componentes, sustancias, índices biológicos, químicos y físicos; estos se hallan en las fuentes o descargas que son producidas por una actividad productiva o industrial. Al sobrepasarse provoca impactos en el bienestar y, desde luego, el medio ambiente (Dirección general de políticas y normas e instrumentos de Gestión Ambiental del Ministerio del Ambiente, 2011).

Filtración: alude al proceso de separación de materiales en suspensión por medio de un mecanismo poroso que se encarga de retener sólidos y facilitar el transcurso del líquido (Gutiérrez, y otros, 2016).

Filtración por presión: el fluido atraviesa el medio filtrante solo cuando se le aplica una fuerza, la cual puede ser provocada por la gravedad, la centrifugación y la aplicación de una presión sobre el fluido. Incluso, un vacío debajo de este o por combinar estos dos elementos.

REALIDAD PROBLEMÁTICA

Desde hace muchas décadas se ha encontrado aguas subterráneas en la parte inferior de la cuenca del Chillón; esto se ha logrado por medio de perforar pozos de profundidad mayor o igual a 3 metros con rendimientos que superan los 30 l/s. El inventario realizado en el año 2004 por la entonces Intendencia de Recursos Hídricos hoy en día Autoridad Nacional del Agua se registró 541 pozos cuyo uso fue para consumo; 466 son considerados a tajo abierto y se determinó que la zona de Puente Piedra es la más densa al poseer 331 pozos (ALA 2010).

Sin embargo La Asociación de Vivienda Los Sauces cuenta con una densidad igual o mayor a las 300 viviendas, las cuales en su totalidad presentan un pozo informal del cual extraen el recurso hídrico para uso doméstico y otras actividades. El recurso hídrico subterráneo es muy valioso y de importancia para los pobladores de esta Asociación. Cabe resaltar que las aguas subterráneas no tienen proceso de tratamiento de potabilización por lo cual el consumo del agua es directo.

Al tener en cuenta esta problemática y la importancia del agua en el desarrollo de la vida al ser un componente vital, es imprescindible desarrollar una gestión integral que haga énfasis en la extracción, potabilización y distribución.

La fuente de contaminación del agua del subsuelo se analizó y se logró por las mismas circunstancias sanitarias que había en los pozos. De acuerdo con los resultados, se encontró que su condición era deficiente por hallarse ahí elementos que no forman parte del ecosistema, por ejemplo: cartón, tablas, etc. Esto genera que, al no cubrirse el orificio en su totalidad, ingrese polvo y heces de origen animal. Igualmente, se logró percibir que aquellos pozos que no tienen una cubierta tienen elementos que interrumpen el paso como algas, sedimentos, insectos, entre otros.

1.1 Problema

1.1.1 Problema General

¿La implementación del filtro de Pino (Xilema de *Pinus Sylvestris*) permitirá reducir la carga bacteriológica de aguas subterráneas de los pozos en la Asociación Los Sauces, Puente Piedra?

1.1.2 Problema Específicos:

¿La concentración de *E. Coli* y Coliformes Fecales presentes en el agua subterránea en los pozos de La Asociación Los Sauces - Puente Piedra cumplirán con el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano?

1.2 Objetivos

1.2.1 General

Implementar el filtro de Pino (Xilema de *Pinus pseudostrobus*) para reducir la carga bacteriológica de aguas subterráneas de los pozos de la Asociación Los Sauces, Puente Piedra.

1.2.2 Específicos

Determinar los niveles de concentración de *Echerichia Coli* y Coliformes Fecales presentes en el agua subterránea de los pozos de La Asociación de Vivienda Los Sauces - Puente Piedra y compararlos con el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano.

1.3 Hipótesis

1.3.1 Hipótesis General

El filtro de Pino (Xilema de *Pinus pseudostrobus*) reduce la carga bacteriológica de las aguas subterráneas de los pozos de la Asociación Los Sauces, Puente Piedra.

1.3.2 Hipótesis Específica

El filtro de Pino (Xilema de *Pinus pseudostrobus*) reduce la concentración de *E. Coli* y Coliformes Fecales en comparación al el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano

II. MARCO METODOLÓGICO

2.1 Variables

A continuación, se presentan las variables en estudio.

Tabla 1

Variables en estudio.

Variable Independiente	: Xilema Pinus pseudostrobus
Variable Dependiente	: <i>Calidad del Agua</i>

Fuente: Elaboración propia.

2.2 Operacionalización de Variables

A continuación, se presenta la operacionalización de variables en estudio.

Tabla 2

Operacionalización de variables.

VARIABLE		DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Variable Independiente	<i>Xilema Pinus pseudostrobus</i>	Tejido vegetal lignificado de conducción, el cual se encarga de transportar líquidos de lugares a otros.		Color Turbidez	Cuantitativa de Razón
Variable Dependiente	Calidad del Agua	Se considerarse de buena calidad cuando es salubre y limpia; es decir, cuando no contiene microorganismos patógenos ni contaminantes capaces de afectar adversamente la salud de los consumidores.	Análisis de laboratorio acreditado	DS N° 031-2010-SA. Reglamento de la calidad del Agua para consumo Humano. Anexo 1: Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos - Echerichia coli - Coliformes Fecales	Cuantitativa de Razón

Fuente: Elaboración propia.

2.3 Metodología

La metodología usada es de tipo experimental en vista que se tendrá variables a corroborar con datos cuantitativos entregados por el laboratorio acreditado.

2.4 Tipo de estudio

El presente estudio es exploratorio dado que tiene como finalidad solucionar un problema o necesidad en un determinado momento (Gallardo, 2017). Asimismo, esta investigación por ser experimental busca resolver un problema conocido y encontrar determinadas respuestas a las preguntas formuladas, esta investigación fue realizada en la Asociación Los Sauces – Puente Piedra.

2.5 Diseño

El diseño de la investigación es de tipo “Experimental Puro” ya que se manipulará las variables independientes para observar los cambios en función a las variables dependientes. El diseño incorpora la pre prueba y post prueba (Salgado, 2018).

2.6 Población, muestra y muestreo

2.6.1 Población

Definida por el conjunto de objetos, reportes, incluso personas, las cuales presentan cualidades, características en común y se comporten de forma similar ante circunstancias a las que son sometidas (Hernández, y otros, 2014). Para este estudio, la población fue 20 pozos de Agua Subterránea donde los volúmenes de agua captada en los pozos de la Asociación Los Sauces – Puente Piedra se encuentran entre $4m^3$ y $5m^3$.

2.6.2 Muestra

La muestra se encuentra representada por una parte representativa de la población en estudio (Baena, 2017). Para determinar la cantidad de pozos a muestrear se consideró los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de inclusión

Se consideró como parte de la muestra los pozos que cuenten con un volumen de agua entre los $4m^3$ y $5m^3$.

Criterios de exclusión

No se consideró como parte de la muestra a los pozos que no cuenten con un volumen de agua entre los $4m^3$ y $5m^3$, dada la insuficiente cantidad de agua para poder tomar la muestra.

Quedando así sólo dos pozos que cumplen el criterio de inclusión, considerando así a 2 pozos como la muestra del presente estudio.

2.6.3 Muestreo

Debido a que la muestra es de 2 unidades, la cual fue determinada de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión, se define que el muestreo del presente estudio fue no probabilístico, dado que no fue necesario utilizar un método estadístico de muestreo para calcular el número de muestras (Hernández, y otros, 2014).

2.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica utilizada para la recolección de datos fue la siguiente:



- Observación: Se observó la situación de los pozos, las muestras y los resultados de los análisis.
- Análisis documental: Se revisó teorías relacionadas al tema, así como investigaciones anteriores y los datos recogidos en el presente estudio, las cuales en su totalidad permitieron mayor análisis del problema en estudio.
- Ficha de recojo de datos: La cual se presentan dentro de las Tablas 3.

2.8.1 Toma de muestras de agua subterránea de pozos antes de proceso de filtrado

A continuación, se presenta los instrumentos y procedimiento para la toma de muestras de agua subterránea de pozos antes del proceso de filtrado.

Tabla 3

Instrumentos y procedimiento para la toma de muestras de agua subterránea de pozos antes de proceso de filtrado.

INSTRUMENTO	MATERIALES	PROCEDIMIENTO	FOTOGRAFÍA
Cadena de custodia	Tablero de campo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se ubicó el punto de toma de muestra. <hr/> 2. Se llenó la cadena de custodia con el código de la muestra <hr/> 3. Se colocó fecha y hora de toma de muestra <hr/> 4. Se colocó los ensayos solicitados E. Coli y Coliformes Fecales. 	
<p>Informes de Ensayo entregados por INSPECTORATE SERVICIOS DEL PERU SAC</p>	Informe de Ensayo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Traslado de muestras al laboratorio acreditado INSPECTORATE SERVICIOS DEL PERU SAC <hr/> 2. Análisis de las muestras por parte del laboratorio <hr/> 3. Entrega de resultados de análisis por parte del laboratorio (Informes de Ensayo) 	



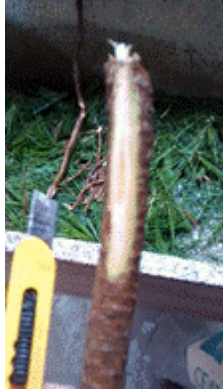

Fuente: Elaboración propia.

2.8.2. Elaboración de filtro de xilema de pino

A continuación, se presenta los instrumentos y procedimiento seguido para la elaboración del filtro de xilema de pino.

Tabla 4

Instrumentos y procedimiento para la elaboración de filtro de xilema de pino.

INSTRUMENTO	MATERIALES	PROCEDIMIENTO	FOTOGRAFÍA
Contenedor de Filtro	Filtro estándar Rotoplast de 26cm de largo y 12cm de diámetro.	1. Se adaptó el tubo del filtro estándar rotoplast de 18cm de largo y 5.5cm de diámetro. Cuenta con dos orificios uno de entrada y otro de salida para conducir el agua por el filtro.	
Filtro de Xilema de Pino	- Guantes - Cuchillo - Tubo	2. Se seccionó ramas de Pino directamente de la planta. Para este estudio se consideró un pino de la edad de 5 años. Según la Sociedad Internacional de Arboricultura indica que a medida que el pino crece cada año añade una capa de madera, lo que nos indica que cada capa visualizada en el corte del pino es un año de crecimiento; para este caso se pudo visualizar que el pino tenía 5 capas por tal se considera que es un pino de 5 años). Adicional a este procedimiento se preguntó al propietario el año de plantación del pino y este refirió que se había realizado hace 4 o 5 años lo que hace validero el procedimiento realizado. 3. Se procedió a retirar las hojas y se quedó solo con los tallos. 4. Se retiró la corteza, la albura y el cambiun quedándonos solo con el xilema 5. Se cortaron los tallos en trozos de 18cm c/u	  

Fuente: Elaboración propia.

2.8.3. Toma de muestras de agua subterránea después de pasar por el proceso de filtrado

A continuación, se presenta los instrumentos y procedimiento seguido para la toma de muestra de muestras de agua subterránea después de pasar por el proceso de filtrado.

Tabla 5

Instrumento y procedimiento para la toma de muestras de agua subterránea después de pasar por el proceso de filtrado.

INSTRUMENTO	MATERIALES	PROCEDIMIENTO	FOTOGRAFÍA
Agua (Volumen de agua para filtrado)	Agua	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se consideró un volumen de 7L que equivalen a 7000cm³ 2. Los 7000cm³ de agua se consideraron en el inicio del filtro, este pasó por el tubo medio el cual contiene las ramas de xilema de pino que se encargaron de filtrar el agua y luego salir por el orificio de salida. 3. Se filtraron 7000cm³ de agua a razón de 9 horas, ya que el inicio de proceso empezó a horas 9:00am y culminó a 6:00pm. 	
Toma de muestras de agua subterránea después del filtrado	Balde Guantes Soga Frascos de PVC de 1000ml	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los 7000cm³ de agua filtrada se recibió en un contenedor de la misma capacidad. 2. Se procedió a llenar los frascos de PVC de 1000ml con el agua filtrada de los pozos P-01 y P-02. 3. Se colocó en un couler para luego trasladarlo al laboratorio. 	 
Informes de Ensayo entregados por INSPECTORATE SERVICIOS DEL PERU SAC	Informe de Ensayo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Traslado de muestras al laboratorio acreditado INSPECTORATE SERVICIOS DEL PERU SAC 2. Análisis de las muestras por parte del laboratorio 3. Entrega de resultados de análisis por parte del laboratorio (Informes de Ensayo) 	

Fuente: Elaboración propia.

2.8 Métodos de análisis de datos

El método de análisis de datos se realizó haciendo uso de hojas Excel con la tabulación de tablas y gráficos y mediante el laboratorio Inspectorate, los cuales permitieron analizar datos y resultados.

III. RESULTADOS

3.1 Línea base

Previo al tratamiento se realizó la identificación de los pozos de las cuales se obtuvieron muestras de agua subterránea las mismas que fueron analizadas y cuyos resultados se muestran:

A continuación se presenta la Tabla 6 con el resultado del análisis de agua subterránea antes del proceso de filtrado, donde se puede observar que los resultados de E. Coli para la muestra P-01 fue de 1.032 y para la muestra P-02 fue de 2.051, mientras que los resultados en coliformes fecales fue de 0.23 para la muestra P-01 y de 1.013 para la muestra P-02.

Tabla 6

Resultados de análisis de agua subterránea antes del proceso de filtrado.

Código de la muestra	Ubicación de la muestra	Fecha de toma de muestra	Análisis Realizados		DS N° 031-2010-SA. Reglamento de la calidad del Agua para consumo Humano
			Echerichia Coli (ufc/100ml)	Coliformes Fecales (ufc/100ml)	
P-01	Vivienda N°1 Mz.L Lt 5	8/10/2014	1.032	0.23	0
P-02	Vivienda N°2 Mz.M Lt 2	8/10/2014	2.051	1.013	0

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 1 se presentan los resultados del análisis de Echerichia Coli (ufc/100ml) en forma gráfica, donde se puede apreciar la diferencia del análisis de agua antes del proceso de filtrado.

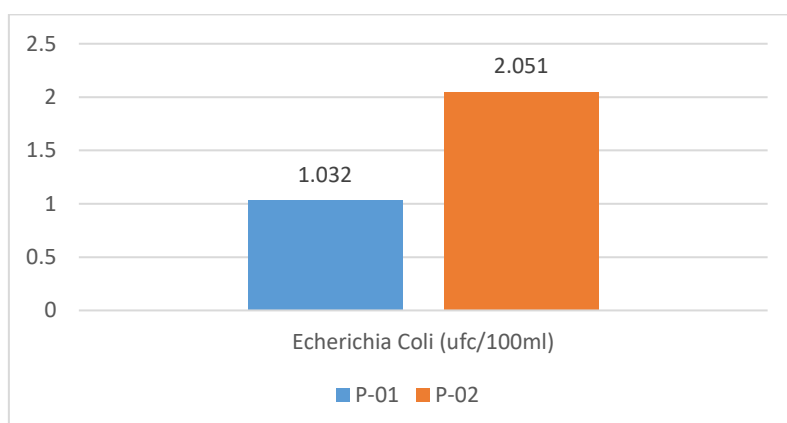


Figura 1. Resultados de análisis de agua subterránea antes de proceso de filtrado en Echerichia Coli (ufc/100ml).

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 2 se presentan los resultados del análisis de Coliformes Fecales (ufc/100ml) en forma gráfica, donde se puede apreciar la diferencia del análisis de agua antes del proceso de filtrado.

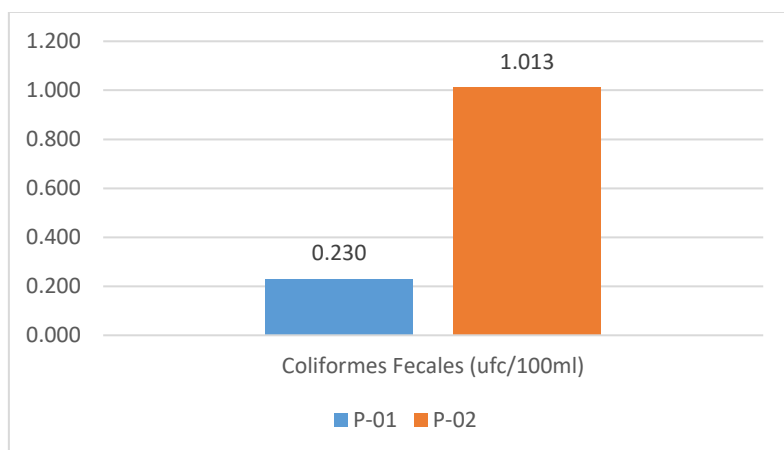


Figura 2. Resultados de análisis de agua subterránea antes de proceso de filtrado en Coliformes Fecales (ufc/100ml).

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presenta la Tabla 7 con el resultado del análisis de agua subterránea después del proceso de filtrado, donde se puede observar que los resultados de E. Coli para la muestra P-01 fue de 0.001 y para la muestra P-02 fue de 0.011, mientras que los resultados en coliformes fecales fue de 0.015 para la muestra P-01 y de 0.253 para la muestra P-02.

Tabla 7

Resultados de análisis de agua subterránea después del proceso de filtrado.

Código de la muestra	Ubicación de la muestra	Fecha de toma de muestra	Análisis Realizados		DS N° 031-2010-SA. Reglamento de la calidad del Agua para consumo Humano
			Echerichia Coli (ufc/100ml)	Coliformes Fecales (ufc/100ml)	
P-01	Vivienda N°1 Mz.L Lt 5	11/10/2004	0.001	0.015	0
P-02	Vivienda N°2 Mz.M Lt 2	11/10/2014	0.011	0.253	0

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3 se presentan los resultados del análisis de Echerichia Coli (ufc/100ml) en forma gráfica, donde se puede apreciar los resultados del análisis de agua después del proceso de filtrado.

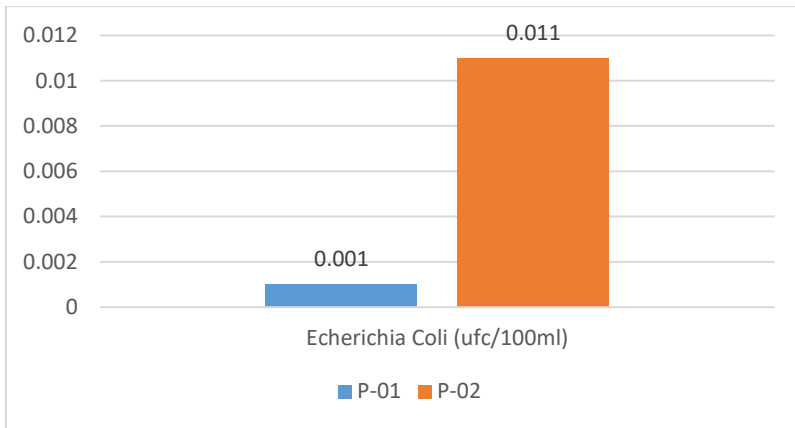


Figura 3. Resultados de análisis de agua subterránea después de proceso de filtrado en Echerichia Coli (ufc/100ml).

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4 se presentan los resultados del análisis de Coliformes Fecales (ufc/100ml) en forma gráfica, donde se puede apreciar la diferencia del análisis de agua antes del proceso de filtrado.

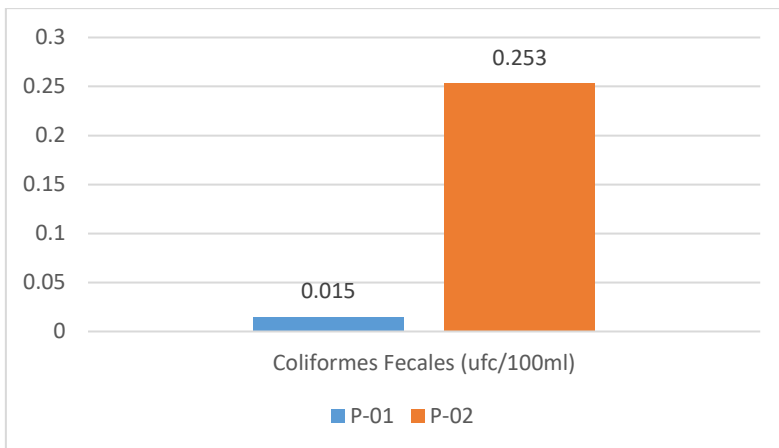


Figura 4. Resultados de análisis de agua subterránea después de proceso de filtrado en Coliformes Fecales (ufc/100ml).

Fuente: Elaboración propia.

IV. DISCUSIÓN

De acuerdo al DS N° 031-2010-SA. Reglamento de la calidad del Agua para consumo Humano. Anexo 1: Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos se realiza la comparación con los análisis obtenidos:

Discusión 1: Reducción de carga bacteriológica para Echerichia Coli

Tabla 8
Resultados de reducción de carga bacteriológica para Echerichia Coli en agua subterránea.

Código de la muestra	Ubicación de la muestra	Análisis Realizados para Echerichia Coli (ufc/100ml)		Reducción		DS N° 031-2010-SA. Reglamento de la calidad del Agua para consumo Humano
		Antes de filtro	Después de filtro	Valor	Porcentaje	
P-01	Vivienda N°1 Mz.L Lt 5	1.032	0.001	1.031	99.90%	0
P-02	Vivienda N°2 Mz.M Lt 2	2.051	0.011	2.04	99.50%	0
PROMEDIO		1.5415	0.006	1.5355	99.70%	0

Fuente: Elaboración propia.

De los análisis realizados en el pozo P-01 se tiene que después de haber pasado el agua subterránea por el filtro de xilema se ha reducido los niveles de para E. Coli de 1.032 a 0.001 UFC/100ml, lo cual implica una reducción de 99.9%; es decir se tiene un 0.1% de carga bacteriológica.

En el caso del pozo P-02 se tiene que después de haber pasado el agua subterránea por el filtro de xilema para E. Coli se obtuvo una disminución de 2.04 UFC/100ml lo que viene a ser el 99.5% de reducción de la carga bacteriológica.

En la Figura 5 se presentan los resultados en forma gráfica del análisis para Echerichia Coli (ufc/100ml) antes y después del proceso de filtrado.

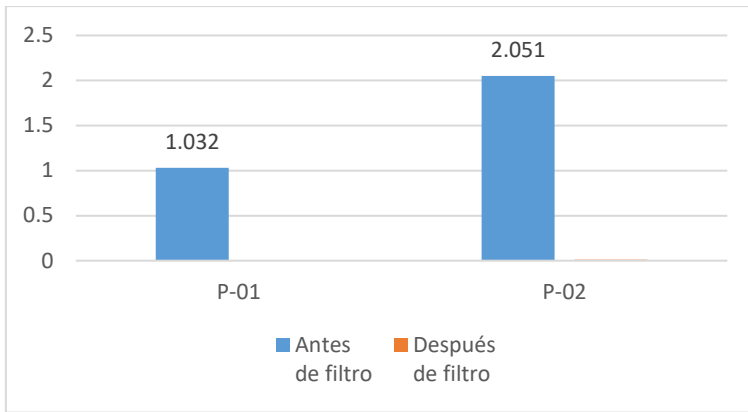


Figura 5. Reducción de Echerichia Coli (ufc/100ml) después proceso de filtrado
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 6 se presentan de forma gráfica la reducción de Echerichia Coli (ufc/100ml) obtenido después del proceso de filtrado en valor y porcentaje, donde se observa que la mejora es significativa, dado que supera el 99.50% por ciento en ambas muestras.

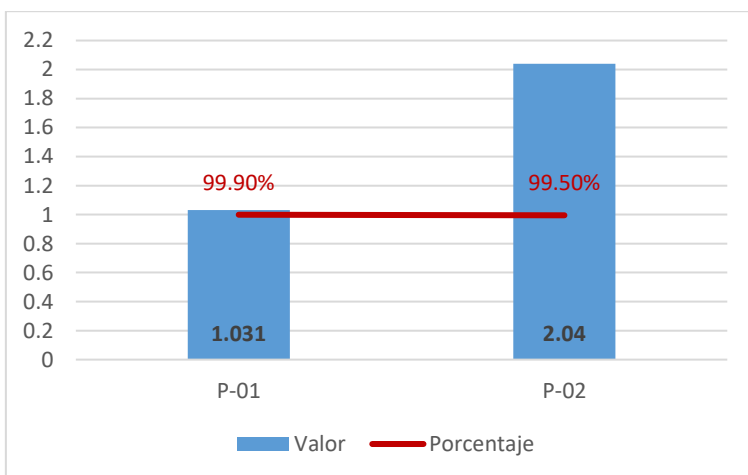


Figura 6. Resultados de análisis de agua subterránea después de proceso de filtrado: Expresado en valor y porcentaje.
Fuente: Elaboración propia.

De los resultados obtenidos se puede observar que en comparación a lo establecido en el Reglamento de la calidad del Agua para consumo Humano (DS N° 031-2010-SA) que refiere que las aguas de consumo humano deben contener 0 UFC/100ml de presencia de E. Coli; en el estudio se encuentra que la reducción no llega al valor de cero (0), pero si se ha logrado una alta reducción; por lo tanto, las aguas de los dos pozos no son aptos para consumo humano.

Por otro lado, Quintero, D. (2009) concluye que las aguas subterráneas en la región sur del municipio Valledupar ubicado en Colombia, tienen algo grado de contaminación bacteriana, en este

caso, no siendo apto para el consumo humano, dado que los valores de UFC/100 de Coliformes totales superaron los 2600, las cuales deben ser tratadas para minimizar el riesgo de contaminación bacteriana. Por su parte Aliaga, M. (2010) concluye que las aguas de la cuenca baja del Río Chillón se encuentran altamente contaminadas, en este estudio los valores superan altamente los valores normales, siendo esta una oportunidad de mejora para minimizar el porcentaje de contaminación, aunque para ser direccionada al consumo humano se requiere de mayor inversión en el tratamiento, dado que este río es utilizado como desecho de todo tipo de desperdicios.

Discusión 2: Reducción de carga bacteriológica de Coliformes Fecales

Tabla 9

Resultados de reducción de carga bacteriológica de Coliformes Fecales.

Código de la muestra	Ubicación de la muestra	Análisis Realizados para Coliformes Fecales (ufc/100ml)		Niveles de Reducción		DS N° 031-2010-SA. Reglamento de la calidad del Agua para consumo Humano
		Antes de filtro	Después de filtro	Valor (ufc/100ml)	Porcentaje	
P-01	Vivienda N°1 Mz.L Lt 5	0.23	0.015	0.215	93.50%	0
P-02	Vivienda N°2 Mz.M Lt 2	1.013	0.253	0.76	75.00%	0
PROMEDIO		0.6215	0.134	0.4875	84.30%	

Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de Coliformes Fecales se obtuvo el valor de 0.015 UFC/100ml posterior al paso por el filtro, lo cual implica una reducción de 93.5% para el primer pozo; en el caso del pozo 2 la reducción es menor llegando a un valor de 0.253 que implica reducción del 75% de los coliformes fecales. que representa el 6.5% de reducción de carga bacteriológica; En promedio el nivel de reducción alcanzo un 84.3%.

Aunque el filtro juega un rol importante y significativo en la reducción de coliformes fecales, estos aún no logran reducir totalmente el contenido bacteriológico, por lo que el agua de esos pozos aún no es aceptable para consumo humano; lo mencionado surge de la comparación con la norma de LMP establecido por el DS N° 031-2010-SA, que define la presencia de 0 UFC/100ml de Coliformes fecales. Por su parte Castillo, A. (2009) también realiza un estudio de análisis microbiológica en aguas subterráneas, sin embargo, no propone una alternativa de minimizarlo, lo importante de este trabajo es que corrobora la existencia elevada de contaminación. De similar forma sucede con la

investigación de Cutimbo, C. (2012), quien también demuestra que existe hasta un 54% de contaminación microbiológica, dada la falta de una medida de control sanitario.

Sin embargo, Rohit, C. (2014), propone el uso de filtros de agua, con el cual se logra la eliminación bacteriana hasta un 99.9%, sobre todo de la bacteria E. Coli, en este caso aprovecha el sistema natural de filtrado de las plantas, que se basa en el entramado de poros micro/nanoscópicos de su xilema.

Si bien es cierto no se ha logrado reducir la carga bacteriológica en su totalidad para E. Coli y Coliforme fecales a cero (0) UFC/100 ml, pero existe disminuciones considerables por lo que el agua filtrada se puede usar para cultivo y regadíos de zonas de cultivos de especies permanentes (frutales, árboles).

Los pozos al encontrarse a tajo abierto y con cubiertas artesanales de madera, criaderos de animales menores como gallinas y mascotas como perros y gatos contribuyen a la contaminación en los pozos de agua subterránea ya que estos animales transitan encima de las tapas de los pozos lo que genera una contaminación directa de las aguas.

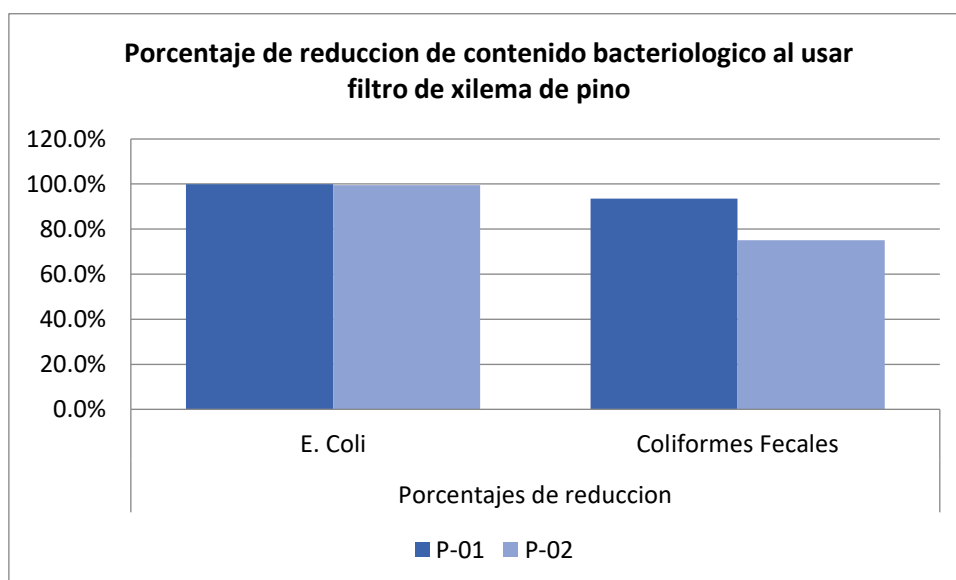


Figura 7. Resultados de reducción de carga bacteriológica de agua subterránea
Fuente: Elaboración propia.

Es así que Solsona F. y Medes J (2002) confirman los resultados indicando en su investigación que la mayor cantidad de microorganismos son hallados en el agua, entre otros, y dependiendo de

factores externos y condiciones de medio ambiente puede existir mayor cantidad de microorganismos, por ello la importancia la reducción de carga bacteriológica en el agua, teoría que también lo sustenta Marchand E (2002), quien a su vez indica que estos microorganismos pueden producir enfermedades, por ello la importancia de reducir riesgos, siendo una opción los filtros de agua.

V. CONCLUSIONES

Conclusiones:

De los análisis realizados a las muestras de agua subterránea se obtuvo resultados favorables ya que se observó que después de pasar el agua por el filtro en el Pozo N° 01 (P-01) se disminuyó la carga bacteriológica contenida en el agua en un 99.9% y en el Pozo N° 02 (P-02) se disminuyó un 99.5 % y 75% del total de contaminación de bacterias de E. Coli.

En cuanto a la reducción de Coliformes fecales en aguas subterráneas al pasar por el filtro en el Pozo N° 01 (P-01) se disminuyó en un 93.5% y en el Pozo N° 02 (P-02) se disminuyó un 75%.

Es cierto que las aguas utilizadas para consumo siguen con carga bacteriológica y que el proceso de filtrado ha reducido un gran porcentaje de esta carga mas no el total para hacerlas aptas para consumo, dándole mayor utilidad a las aguas filtradas estas podrán usarse para regadíos y plantaciones de hortalizas y otros cultivos que realizan los pobladores de la asociación Los sauces Puente Piedra y evitar el contagio de enfermedades por medio de los alimentos que ingieran de sus cultivos.

Las aguas después de haber pasado por el proceso de filtrado se encuentran con bajas concentraciones de E.Coli y Coliformes Fecales lo que facilitara que las plantas puedan filtrar este pequeño porcentaje de contaminantes y evitar enfermedades.

Se concluye que el xilema de los Pinos es un material poroso con membranas que comprenden poros nanométricos menores al tamaño de las bacterias como E.Coli, el xilema de la albura de los Pinos es adecuado para la desinfección por filtración de agua ya que fue demostrada en con los análisis realizados.

VI. RECOMENDACIONES

Recomendaciones:

Se recomienda evaluar la funcionabilidad del filtro por más tiempo y con mayor cantidad de xilema para ver la evolución del filtro, también considerar varias edades de pinos y realizar pruebas de pre y post filtración.

Se recomienda tener en cuenta el cierre hermético del filtro entre el paso del agua antes del filtrado ya que de no estar hermético se podrían filtrar bacterias y así alterar las muestras y tener resultados desfavorables.

Se recomienda para futuras investigaciones, ampliar la cantidad de muestra o segmentar la capacidad de pozos y agua, para así validar los resultados obtenidos.

Se recomienda a futuras investigaciones proponer manual de uso y mantenibilidad de pozos con el fin de promover el cuidado y preservación de la salud a través del mantenimiento de pozos por parte de los usuarios, el cual sería un aporte para la comunidad.

REFERENCIAS

ALIAGA María. Situación Ambiental del Recurso Hídrico en La Cuenca Baja del Rio Chillón y su Factibilidad de Recuperación para el Desarrollo Sostenible. Tesis de Maestría (Maestra en Ciencias con mención en Tratamiento de Agua y rehuso de Desechos). Lima: Facultad de Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional de Ingeniería, 2010. 113p.

Ayllón, Zoila, y Mario Pérez. «Contaminación del agua del río Itaya por agentes biológicos patógenos y su impacto en la salud humana.» Para optar al grado de magíster en Ciencias con mención en Ecología y desarrollo sostenible, Iquitos, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Perú, 2015, 141.

Baena, Guillermina. Metodología de la Investigación. Tercera. Grupo editorial Patria, 2017.

Bush, Larry. Manual MSD. 02 de 2020.
<https://www.msmanuals.com/es/hogar/infecciones/infecciones-bacterianas-bacterias-gramnegativas/infecciones-por-salmonella>.

Castillo, Adriana, Yudis Osoro, y Liliana Vence. «Evaluación de la calidad microbiológica y fisicoquímica de aguas subterráneas ubicadas en los municipios de la Paz y San Diego, César.» Para optar al título de microbiología, Bolivia, 2009, 122.

Comportamiento de los indicadores de contaminación fecal en diferente tipo de agua de la sabana de Bogotá [en línea]. Colombia: 2008- [fecha de consulta: 18 de octubre 2014].

CUTIMBO César. Calidad Bacteriológica de las Aguas subterráneas de consumo Humano en Centros Poblados Menores de La Yarada y Los Palos del Distrito de Tacna. Tesis de Titulación, Tacna: Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman. 2012.

CQuímica. CQuímica. 2015. <https://www.quimica.es/enciclopedia/Microorganismo.html>.

Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Reglamento de la calidad del agua para el consumo humano. Dirección General de Salud Ambiental Ministerio de Salud Lima – Perú. 2010.

Dirección general de políticas y normas e instrumentos de Gestión Ambiental del Ministerio del Ambiente. Compendio de la legislación ambiental peruana. Ministerio del Ambiente, Perú: Ministerio del Ambiente, 2011, 374.

Drinking water in developing countries. Annual Review of Energy and the Environment [en línea]. 1998- [Fecha de consulta: 08 de noviembre de 2014].

Fuentes, José. «Aguas subterráneas.» Ministerio de agricultura, pesca y alimentación, nº 1 (1992): 32.

Fundación ACUORUM. Fundación ACUORUM. 07 de 02 de 2017. <https://www.acuorum.com/que-es-el-agua-subterranea/>.

Gallardo, Eliana. Metodología de la Investigación. Primera. Huancayo: Universidad Continental, 2017.

Gutiérrez, Elsa, y Araceli Ulloa. «Elaboración de nejayote y nixtamalización de maíz.» Informe educativo, Universidad nacional autónoma de México, México, 2016, 14.

HERRERA, María. Calidad microbiológica y fisicoquímica de las aguas subterráneas de los municipios de los Venados y Caracolí. Tesis de Titulación, Colombia. 2008.

HERNÁNDEZ, José. Evaluación de la Calidad Bacteriológica de Agua de Pozos para Consumo Humano del Casco Urbano del Departamento de Chiquimula. Tesis de Titulación, Guatemala: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2012.

HERNÁNDEZ, Guissela. Translocación por el Xilema. Mexico.2009.

Hernández, R., C. Fernández, y P. Baptista. Metodología de la Investigación. Sexta. Distrito Federal: McGRAW-HILL, 2014.

MARCHAND, Edgar. Microorganismos Indicadores de la Calidad de agua de Consumo Humano en Lima Metropolitana. Tesis de Titulación. Lima: Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2002. 71 p.

MENDOZA, Eduardo. Fuentes de agua y su proporción para el consumo. Ecuador. 2010.

OPS-OMS. Evaluación Global de los Servicios de abastecimiento de agua y saneamiento. Informe Analítico. Perú. 2000.

Organización Mundial de la Salud. Guías para la Calidad del Agua Potable. Vol 1. 3ª ed. ISBN 92 4 154696 4. 1995. 398 p.

Organización Mundial De Las Naciones Unidad. Conferencia internacional sobre el agua y la calidad de vida. España. 2006.

Organización mundial de la salud - OMS. 2016.
https://www.who.int/topics/escherichia_coli_infections/es/#:~:text=Escherichia%20coli%20es%20una%20bacteria,grave%20enfermedad%20de%20transmisi%C3%B3n%20alimentaria.

Organización mundial de la salud - OMS. Fiebre tifoidea. 31 de 01 de 2018.
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/typhoid>

Organización mundial de la salud - OMS. 07 de 02 de 2018. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>.

QUINTANA, Juan. y TOVAR, Jaime. Evaluación del acuífero de Lima (Perú) y medidas correctoras para contrarrestar la sobreexplotación. Boletín Geológico y Minero. 2002. 303 p.

QUINTERO, Diana. Microbiología de Aguas Subterráneas en la Región Sur del Municipio de Valledupar-Cesar. Tesis de Titulación. Colombia: Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Popular del Cesar. 2009. 71 p.

Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua. Agua potable para comunidades rurales, reuso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas. Cyted, 2010.

Rivas, C., y M. Mota. Temas de bacteriología y virología médica. Segunda. 2006.

ROHIT, Lee. Tecnologías relacionadas con el transporte de agua. 2009.

Salgado, Cecilia. Manual de investigación. Primera. Editado por Fondo Editorial de la Universidad Marcelino Champagnat. 2018.

SAYAN Miranda, PEREZ G. Estado del conocimiento de la Hidrogeología en Perú. Perú. Universidad Nacional de Ingeniería. 2006.

Sociedad Geográfica de Lima. «Aguas subterráneas acuíferas.» Sociedad Geográfica de Lima, 2011: 44.

SOLSONA, Felipe. y MENDEZ, Juan. Desinfección del agua. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Organización Panamericana de Salud. 2002. 158 p.

TARR Paul. Enterohaemorrhagic Escherichia coli in human medicine. 2005.

The application of membrane technology for water disinfection. Water Research [en línea]. 1999-
[Fecha de consulta: 08 de noviembre de 2014].

VALLA, Juan. Botánica: Morfología de las plantas superiores. 2007. 205p.

ANEXOS

Anexo 1: Estándar de Calidad Ambiental para Agua Categoría 1 del D.S. N° 002 – 2008 – MINAM.

Parámetros	Ubidad de medida	Límite máximo permisible
1 Bacterias califormes totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2 E. Coli	UFC/100 mL a 44.5°C	0 (*)
3 Bacterias califormes termotolerantes o fecales.	UFC/100 mL a 44.5°C	0 (*)
4 Bacterias heterotróficas.	UFC/100 mL a 35°C	500
5 Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	N° org/L	0
6 Virus	UFC / mL	0
7 Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos.	N° org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias
 (*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiple = < 1,8/100ml

Anexo 2: Matriz de consistencia.

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general
¿La implementación del filtro de Pino (Xilema de Pinus Sylvestris) permitirá reducir la carga bacteriológica de aguas subterráneas de los pozos en la Asociación Los Sauces, Puente Piedra?	Implementar el filtro de Pino (Xilema de Pinus pseudostrobus) para reducir la carga bacteriológica de aguas subterráneas de los pozos de la Asociación Los Sauces, Puente Piedra.	El filtro de Pino (Xilema de Pinus pseudostrobus) reduce la carga bacteriológica de las aguas subterráneas de los pozos de la Asociación Los Sauces, Puente Piedra.
Problema específico	Objetivo específico	Hipótesis específica
¿La concentración de E. Coli y Coliformes Fecales presentes en el agua subterránea en los pozos de La Asociación Los Sauces - Puente Piedra cumplirán con el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano?	Determinar los niveles de concentración de Echerichia Coli y Coliformes Fecales presentes en el agua subterránea de los pozos de La Asociación de Vivienda Los Sauces - Puente Piedra y compararlos con el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano.	El filtro de Pino (Xilema de Pinus pseudostrobus) reduce la concentración de E. Coli y Coliformes Fecales en comparación al el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano.

Anexo 3: Cadena de custodia para toma de muestras.

CC.

Inspectorate Servicios del Perú S.A.C
 Av. Elmer Faucett N° 444
 Callao, Perú
 Teléfono: (511) 613-8080 Fax: 6269018

SOLICITUD DE SERVICIOS ANALITICOS N°
 INFORME DE ENSAYO N°

DATOS DEL CLIENTE		DATOS DEL MONITOREO		DATOS DEL ENVIO	
Nombre y Razón Social Dirección Persona de contacto Teléfono / Fax Correo Electrónico		Muestra Ubicación Dirección / referencia Distrito Provincia Departamento		Enviado por Fecha y Hora de Envío Medio de Envío Nombre Medio de Envío Recogido por Fecha y Hora	
Estrella Herrera N. 912668905 Estrellaherrera.n@gmail.com		Agua Puente Piedra Lima Lima		Estrella Herrera [] Agencia [] T. Privado [] Aérea [] Otro []	
MUESTRA		ENSAYOS SOLICITADOS		TIPO DE MATRIZ	
N° ESTACION MONITOREO (Designación según Cliente)	FILTRADA				
	PRESERVANTE QUIMICO				
	PARAMETROS	BIOLÓGICOS	FISIOQUÍMICOS		
	Fecha de muestreo Hora de muestreo N° Envases P V M. G. G.				
P-01	08/11/14 16:00	✓			
P-02	08/11/14 17:00	✓			
Para ser llenado por el Área de Recepción (Laboratorio)		Condiciones de Recepción		Iniciales para Muestra Agua	
Fecha de recepción Hora de recepción Recibido por		Envases en buen estado [] SI [] NO Envases adecuados (P.V. etc) [] SI [] NO Con Ice Pack [] SI [] NO Dentro del tiempo de vida útil [] SI [] NO (P-Plástico; V-Vidrio)		Aguas Potable = AP Agua Superficial = AS Agua Subterránea = ASUB Agua Residual Doméstica = ARD Agua Residual Industrial = ARI Agua Mar = AMAR Agua de Proceso = APRO Blanco = BK Duplicado = DUP	
Firma del Cliente				Iniciales para Matriz Sólida Suelo = SU Sedimento = SED Lodo = LD	

Anexo 4: Informes de Ensayo de laboratorio 1.



INSPECTORATE

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INDECOPI-SNA CON REGISTRO No LE - 031



Registro N° LE-031

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
N° AGM - 8030

Pág. 01/1

Cliente : Estrella Herrera Naparicca
 Dirección : Jr. Guayan 263 - Comas
 Producto : Agua subterránea
 Cantidad de muestra : 02 muestras
 Presentación : Frascos de PVC.
 Instrucciones de Ensayo : Enviadas por el Cliente.
 Procedencia de la muestra : Muestras enviadas por el cliente indicando
 Fecha de muestreo: 2014-11-08 Hora 10:00h.

Referencia del Cliente : Monitoreo de agua subterránea - Fuente Piedra.
 Fecha ingreso de Muestra(s) : 2014-11-08
 Fecha de inicio de Análisis : 2014-11-08
 Fecha de Término de Análisis : 2014-11-15
 OT : 108/14

Descripción de Muestra	Enumeración de Echerichia coli UFC/100ml	Coliformes Fecales (*) UFC/100ml
Declarado por el Cliente		
P-01	1.032	0.230
P-02	2.051	1.013

Métodos

Enumeración de Echerichia coli ISO 19549-2:2001 / RM N° 481-2007 MINSA Microbiology of food and animal feeding stuffs-Horizontal methods for the enumeration of-B
 Glucuronidase -positive Echerichia coli- Part 2: Colonycount technique at 44°C using- bromo 4-chloro-3-indolyl-5-D-glucuronide.
 (*) Coliformes Totales APHA Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Food, Fourth Edition, 2001, Chapter 3.51.
 Microbiological Monitoring of the Food Processing Environment, (Petrifilm)

Las muestras ingresaron al Laboratorio en buenas condiciones.
 El Informe de Control de Calidad les será proporcionado a su solicitud.

Callao, 13 de Noviembre de 2014

Inspectorate Services Perú S.A.C.
 A Bureau Veritas Group Company

BLISA TERESA ZACARIAS CARD.
 C.B.P 1183
 FEFE DE LAB. MICROBIOLOGIA

Este Informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Inspectorate Services Perú S.A.C.
 Los resultados presentados corresponden solo a la muestra indicada.
 No debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
 *"valor" significa no cuantificable debajo del límite de cuantificación indicado.
 A excepción de los productos perecibles los tiempos de custodia dependerán del laboratorio que realice el análisis.
 Este tiempo variará desde 7 días hasta 6 meses como máximo.

Av. Elmer Faucett N° 444 Callao - Perú / Central: (511) 613-8080 Fax: (511) 628-9016
www.inspectorate.com.pe



INSPECTORATE

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INDECOPI-SNA CON REGISTRO No LE - 031



Registro N° LE-031

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
N° AGM - 8051

Pág. 01/1

Cliente : Estrella Herrera Napancca
 Dirección : Jr. Guayan 263 - Comas
 Producto : Agua subterránea
 Cantidad de muestra : 02 muestras
 Presentación : Frascos de PVC.
 Instrucciones de Ensayo : Enviadas por el Cliente
 Procedencia de la muestra : Muestras enviadas por el cliente indicando
 Fecha de muestreo: 2014-10-03 Hora 10:00h.

Referencia del Cliente : Monitoreo de agua subterránea - Fuente Piedra.
 Fecha ingreso de Muestra(s) : 2014-11-11
 Fecha de inicio de Análisis : 2014-11-11
 Fecha de Término de Análisis : 2014-11-24
 OT : 108/14

Descripción de Muestra Declarado por el Cliente	Enumeración de Echerichia Coli (UFC/100ml)	Coliformes Totales (*) (UFC/100ml)
P-01	0.001	0.015
P-02	0.011	0.253

Métodos

Enumeración de Echerichia coli ISO 16649-2:2001 / FM N° 481-2007 MINSA. Microbiology of food and animal feeding stuffs-Horizontal methods for the enumeration of-B
 Glucuronidase -positive Echerichia coli- Part 2: Colonycount technique at 44°C using bromo 4-chloro-3-indolyl-B-D-glucuronide.
 (*) Coliformes Totales APHA Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Food, Fourth Edition, 2001, Chapter 3.51.
 Microbiological Monitoring of the Food Processing Environment. (Petrifin)

Las muestras ingresaron al Laboratorio en buenas condiciones.
 El informe de Control de Calidad se será proporcionado a su solicitud.

Callao, 22 de Noviembre de 2014

Inspectorate Services Perú S.A.C.
 A Bureau Veritas Group Company

BLGA. TERESA ZACARIAS CARDI
 C.B.P. 1183
 FEFE DE LAB. MICROBIOLOGIA

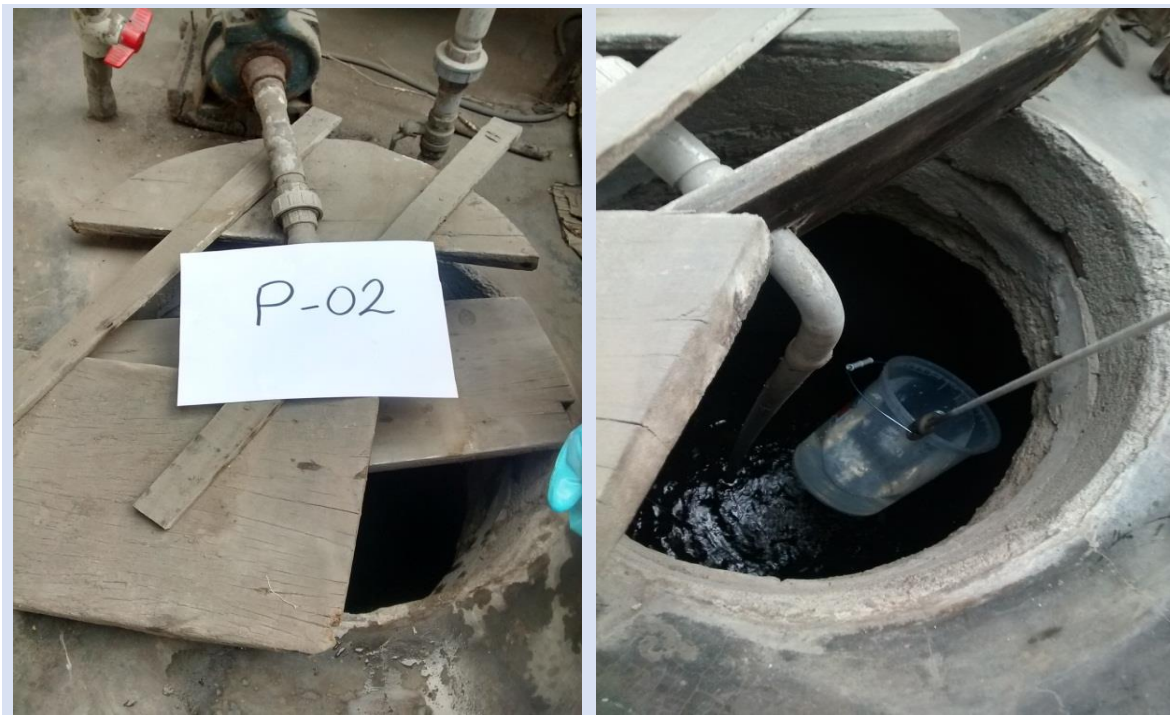
Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Inspectorate Services Perú S.A.C.
 Los resultados presentados corresponden solo a la muestra indicada.
 No debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
 *"Valor" significa no cuantificable debajo del límite de cuantificación indicado.
 A excepción de los productos perecibles los tiempos de custodia dependerán del laboratorio que realice el análisis.
 Este tiempo variará desde 7 días hasta 6 meses como máximo.

Av. Elmer Faucett N° 444 Callao - Perú / Central: (511) 613-8080 Fax: (511) 628-9016
 www.inspectorate.com.pe

Anexo 6: Pozos de agua subterránea - Vivienda N°1 – Mz.L Lt 5.



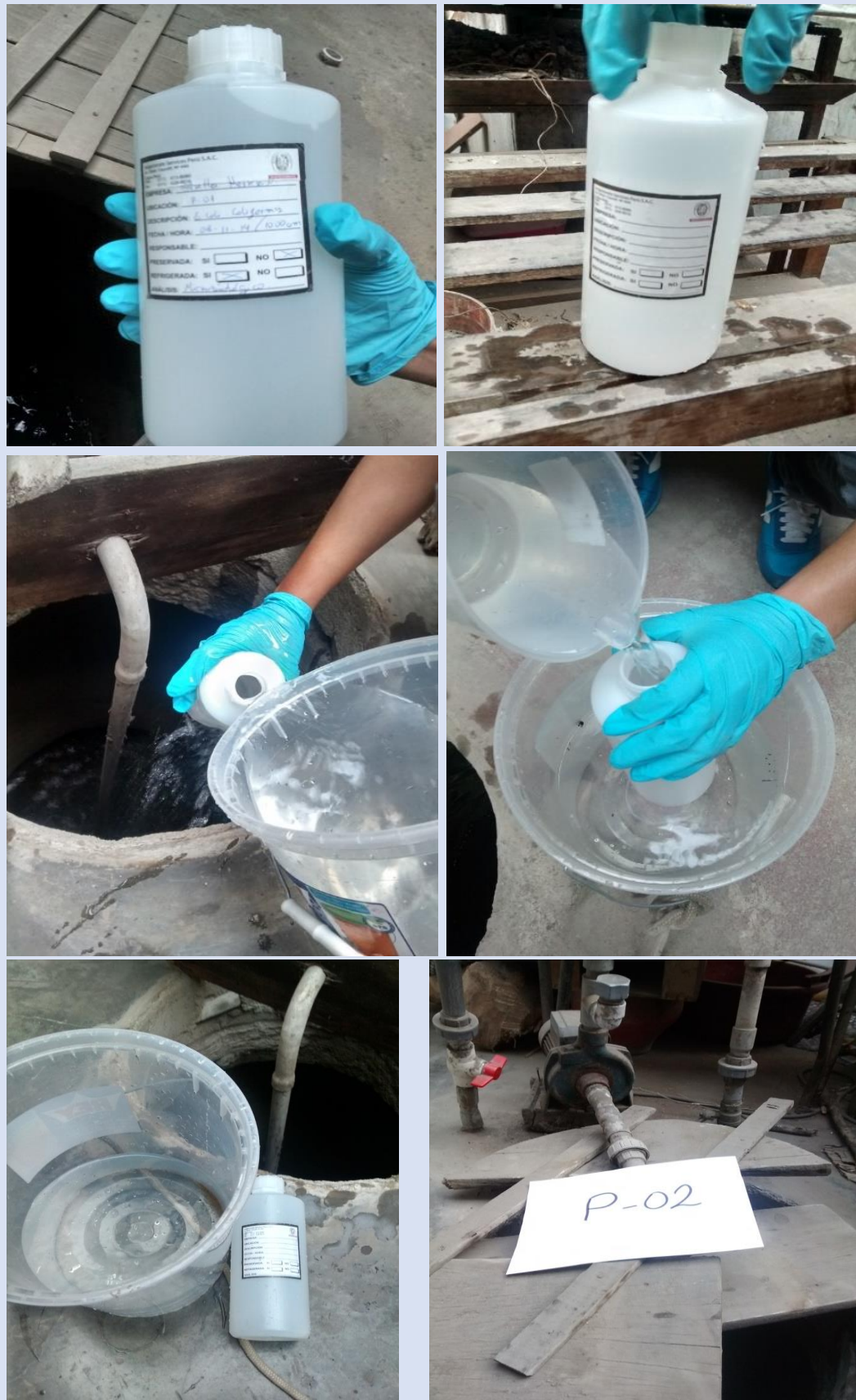
Anexo 7: Pozos de agua subterránea - Vivienda N°2 – Mz.M Lt 2.



Anexo 8: Toma de muestras antes de proceso de filtrado P-01.



Anexo 9: Toma de muestras antes de proceso de filtrado P-02.



Anexo 10: Fotografías (Elaboración de filtro de xilema de Pino).

Fotografía 1



Fotografía 2



Fotografía 3



Fotografía 4



Fotografía 5



Fotografía 6



Anexo 11: Toma de muestras después del proceso de filtrado.



Anexo 12: Validación de instrumentos

INSTRUMENTO	VALIDADO POR
Cadena de custodia	LABORATORIO: INSPECTORATE SERVICES DEL PERU
Informes de Ensayo	Y ENTREGADO POR EL LABORATORIO: INSPECTORATE SERVICES DEL PERU