

**“UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCÍDES CARRIÓN”**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE**

**INGENIERÍA AMBIENTAL**



***“POTABILIZACIÓN DEL AGUA DE LLUVIA A TRAVÉS DEL  
FILTRO CERÁMICO CON PLATA COLOIDAL, PARA  
FAVORECER A LA ECONOMÍA DE LOS POBLADORES  
DEL CENTRO POBLADO DE LA QUINUA – PASCO 2018”***

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO**

**AMBIENTAL**

**BACHILLER: JUAN CARLOS CORNELIO ESPINOZA**

**CERRO DE PASCO – PERU – 2018**

**“UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCÍDES CARRIÓN”**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE**

**INGENIERÍA AMBIENTAL**



***“POTABILIZACIÓN DEL AGUA DE LLUVIA A TRAVÉS DEL FILTRO  
CERÁMICO CON PLATA COLOIDAL, PARA FAVORECER A LA  
ECONOMÍA DE LOS POBLADORES DEL CENTRO POBLADO DE LA  
QUINUA – PASCO 2018”***

**PRESENTADO POR:**

**BACHILLER: JUAN CARLOS CORNELIO ESPINOZA**

**SUSTENTADO Y APROBADO ANTE LA COMISIÓN DE JURADOS**

**Mg. Andrés E. ZAVALTA SANCHEZ  
PRESIDENTE**

**Mg. David J. CUYUBAMBA ZEVALLOS  
MIEMBRO**

**Mg. Luis A. PACHECO PEÑA  
MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

Esta tesis la dedico en primer lugar a Dios por estar siempre guiándome, en la carrera del éxito y llenándome de bendiciones, de igual forma a mis padres: Tito Cornelio Tolentino y Amelia Espinoza Dueñas, quienes supieron formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante buscando siempre el mejor camino, y de manera especial a mi madre que siempre me dio su apoyo sin exigir nada a cambio, más que empeño, esfuerzo y dedicación de mi parte.

## **AGRADECIMIENTOS**

Dedico esta tesis:

A DIOS, quien inspiró mi espíritu para la conclusión de esta tesis de grado.

A mis padres quienes me dieron la vida, educación, apoyo y consejos.

A mis compañeros de estudio, a mis maestros y amigos, quienes sin su ayuda nunca hubiera podido hacer esta tesis. A todos ellos se los agradezco desde el fondo de mi alma.

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional en sus aulas.

También me gustaría agradecer a mis profesores que durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación, gracias por sus consejos, su enseñanza y más que todo por su amistad.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a los que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida.

**“Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga”**

## INDICE

	<b>PÁGINA</b>
<b>DEDICATORIA</b>	III
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	IV
<b>PRESENTACIÓN</b>	V
<b>RESUMEN</b>	XI
<b>SUMMARY</b>	XIV
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XVII

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Determinación del Problema	01
1.2 Formulación del Problema	05
1.3 Objetivos	06
1.4 Justificación del Problema	07
1.5 Limitaciones	08

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes	10
2.2 Marco de Referencia	19
2.2.1 El tratamiento con filtros de cerámica	19
2.2.2 Agua Potable	25
2.2.3 La Plata Coloidal Como Desinfectante	26
2.2.4 Mecanismo de Desinfección de la Plata Coloidal	28
2.2.5 Plata coloidal utilizada en el filtro de cerámica (Filtrón)	29

2.2.6 El Filtro de Cerámica Impregnado con Plata Coloidal	30
2.2.7 Uso del Filtro	32
2.2.8 Purificación de Agua	33
2.2.9 Arcillas	34
2.2.10 Filtros de Arcilla	35
2.2.11 Filtración de Agua	38
2.3 Definición de Términos	39
2.4 Formulación de Hipótesis	42
2.5 Determinación de Variables	43
2.6 Indicadores	43

### **CAPÍTULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1 Tipo de Investigación	45
3.2 Diseño de la Investigación	45
3.3 Población y Muestra	46
3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	47
3.5 Fases de recolección de datos	49
3.6 Análisis de Datos	51
3.7 Área de Estudio	51
3.8 Recursos	54

### **CAPÍTULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

<b>4.1 FASE DE ESTUDIO</b>	<b>57</b>
----------------------------	-----------

4.1.1 Resultados de la capacitación a los beneficiarios sobre como potabilizar el agua de lluvia por medio del filtro cerámico con plata coloidal	61
4.1.2 Aplicación del método de potabilización del agua de lluvia a través del filtro cerámico con plata coloidal	63
4.1.3 Resultados de laboratorio antes y después de la aplicación del método de potabilización del agua de lluvia a través del filtro cerámico con plata coloidal	74
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>80</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>82</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>85</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>89</b>

### LISTA DE TABLAS

**TABLA N° 1:** CONCENTRACIÓN DE PLATA COLOIDAL NECESARIA PARA INHIBIR E INACTIVAR LA BACTERIA

**TABLA N° 2:** MATERIALES A USAR PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PLATA COLOIDAL

**TABLA N° 3:** MATERIALES A USAR PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL FILTRO

**TABLA N° 4:** MATERIALES USADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA VASIJA DE CERÁMICA

**TABLA N° 5:** MATERIALES DE FILTRACIÓN

**TABLA N° 6:** SUBCATEGORÍA A: AGUAS SUPERFICIALES  
DESTINADAS A LA PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE

**TABLA N° 7:** NÚMERO DE POBLACIÓN ASISTENTE A LAS  
CAPACITACIONES

**TABLA N° 8:** RESULTADOS DEL NIVEL DE CONOCIMIENTO  
ALCANZADO EN LA CAPACITACIÓN

**TABLA N° 9:** RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE INFILTRACIÓN A  
LAS VASIJAS

**TABLA N° 10:** ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS MONITOREOS DE  
AGUA DE LLUVIA CON EL FILTRO CERÁMICO CON PLATA COLOIDAL

**TABLA N° 11:** PORCENTAJES DE REMOCIÓN DE BACTERIAS  
OBTENIDOS CON EL SISTEMAS DE FILTRACIÓN DE CERÁMICA CON  
PLATA COLOIDAL

### **LISTA DE ANEXOS**

**ANEXO N° 01:** MAPA DE PASCO

**ANEXO N° 2:** MAPA DE LA QUINUA – PASCO

**ANEXO N° 3:** PANEL FOTOGRÁFICO

**ANEXO N° 4:** MATRIZ DE CONSISTENCIA

### **LISTA DE FIGURAS**

**FIGURA 1:** EL TRATAMIENTO CON FILTROS DE CERÁMICA

**FIGURA 2:** UTILIZACIÓN DE UN SIFÓN EN EL TRATAMIENTO DEL  
AGUA CON FILTROS DE CERÁMICA

**FIGURA 3:** FILTROS CERÁMICOS (EJEMPLOS)

**FIGURA 4:** PARTES DEL FILTRO DE CERÁMICA

**FIGURA 5:** POROSIDAD EN EL FILTRO

**FIGURA 6:** REPRESENTACIÓN DE LA ACTIVIDAD PURIFICADORA DEL FILTRO

### **LISTA DE IMÁGENES**

**IMAGEN N° 1:** COMUNIDAD DE LA QUINUA – PASCO

**IMAGEN N° 2:** ILUSTRACIÓN PLATA COLOIDAL

**IMAGEN N° 3:** ILUSTRACIÓN ESTRUCTURA FINAL

**IMAGEN N° 4:** CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA

**IMAGEN N° 5:** ILUSTRACIÓN DE LA CERÁMICA FINAL PARA EL PROYECTO

### **LISTA ESQUEMAS**

**ESQUEMA N° 1:** DIAGRAMA DE ELABORACIÓN DE PLATA COLOIDAL

**ESQUEMA N° 2:** FABRICACIÓN DEL FILTRO CERÁMICO

## PRESENTACIÓN

En cumplimiento del mandato previsto del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, me permito presentar a vuestra consideración esta Tesis Intitulada **“Potabilización del agua de lluvia a través del filtro cerámico con plata coloidal, para favorecer a la economía de los pobladores del centro poblado de La Quinoa – Pasco 2018”**, con la finalidad de optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Las razones por el cual he optado en realizar este tema, está referido en realizar una investigación tipo experimental, con la participación de la población, donde trata de aplicar un método de potabilización del agua de lluvia utilizando como método a los filtros cerámicos impregnados con plata coloidal, para fines de consumo humano y va dirigido a la población de bajos recursos económicos y que no cuentan con agua potable de la zona rural del centro poblado de La Quinoa, esto es con fines de favorecer a la economía de estos pobladores y de esta manera generar el desarrollo ambiental de la zona.

El presente estudio tiene como objetivo el de identificar y determinar el grado de viabilidad y efectividad de la potabilización del agua de lluvia a través del filtro cerámico con plata coloidal, para favorecer la economía de los pobladores del Centro Poblado de La Quinoa – Pasco.

**El Autor.**

## **RESUMEN**

Durante años se han explorado las diferentes formas de tratar el agua y lograr que su consumo no genere riesgos para la comunidad, pero gracias al desarrollo de la ciencia y la tecnología ese parece no ser más el problema, una vez identificados los factores de riesgo y los diferentes métodos de potabilización, en la actualidad lo importante es encontrar una tecnología que se adapte a las condiciones técnicas, geográficas, demográficas y económicas de las comunidades a abastecer.

Hay comunidades desabastecidas, que carecen de recursos económicos y técnicos para contar con agua apta para consumo humano, debido a su localización lejana a un sistema de abastecimiento convencional, o a que las fuentes cercanas se encuentran contaminadas y requieren de algún tipo de tratamiento, esto sucede sobre todo en las zonas rurales y en comunidades con falta de instalación básica.

Una alternativa de agua segura, a bajo costo de implementación, operación y mantenimiento son los filtros cerámicos impregnados con plata coloidal, que han demostrado que se ajustan a las necesidades de potabilización del agua y a las posibilidades económicas de las comunidades más necesitadas.

Es así que el estudio plantea como objetivo principal de Identificar y determinar el grado de viabilidad y efectividad de la potabilización del agua de lluvia a través del filtro cerámico con plata coloidal, para

favorecer la economía de los pobladores del Centro Poblado de La Quinua – Pasco. Teniendo como problema a investigar de si **¿Será viable y efectivo la potabilización del agua de lluvia a través del filtro cerámico con plata coloidal, para favorecer la economía de los pobladores del Centro Poblado de La Quinua – Pasco?**; el estudio tiene un alcance investigativo de gran importancia para la zona de estudio, porque busca alternativas ecológicas y económicas en el tratamiento del agua y como este favorecerá en la economía de los pobladores de la zona.

El método de Investigación que se utilizó fue de un estudio con diseño cuasi experimental prospectivo y con Intervención por parte del investigador. Para la recolección de los datos se utilizaron las siguientes técnicas: Observación, captación de la muestra, elaboración de plata coloidal y fabricación del filtro cerámico y resultados del monitoreo de agua de lluvia con y sin tratamiento por el método de filtro cerámico con plata coloidal.

En conclusión los resultados demuestran que los filtros de cerámica con plata coloidal permiten mantener la calidad microbiológica del agua de lluvia lo que determina su gran calidad como agua potable y pueden ser utilizados en las comunidades rurales. Así mismo los resultados de este estudio son preliminares, pero sugieren que la viabilidad técnica y económica del potencial de aprovechamiento de las aguas lluvias como alternativa para uso doméstico, implica evaluar el aporte en cantidad que pueda captarse en soluciones familiares

individuales o colectivas en el centro poblado, y según la hipótesis planteada se logró potabilizar el agua de lluvia a través del método de filtrado cerámico con plata coloidal, llevando los valores iniciales a una óptima calidad y purificación del agua de lluvia quedando apto y seguro para el consumo humano.

El estudio recomienda que para mejorar la calidad de vida de la población rural, y reducir la brecha y la inequidad social que existe entre el sector rural y urbano, el gobierno nacional, departamental y municipal, debe anudar esfuerzos para garantizar el acceso y el aumento de la cobertura de agua potable para la población rural, que ayude a mejorar la calidad de vida de las personas, reduciendo el riesgo que existe de contraer enfermedades transmitidas por el consumo de agua contaminada, reducir los índices de morbilidad y mortalidad especialmente en población vulnerable como niños menores de 5 años y adultos mayores. A su vez se mejora la economía de las familias campesinas, ya que al reducir el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua, se reduce el número de horas que se dejan de laborar por las incapacidades que generan estas enfermedades. Igualmente se reducen los gastos médicos derivados de estas enfermedades.

**Palabras claves:** Potabilización del agua de lluvia con filtros cerámicos con plata coloidal, Tratamiento de Agua por métodos caseros o económicos, plata coloidal, centro poblado de La Quinua- Pasco.

## **SUMMARY**

For years, different ways of treating water have been explored and their consumption has not created risks for the community, but thanks to the development of science and technology, this seems to be no longer the problem, once the risk factors have been identified and the different methods of purification, at present the important thing is to find a technology that adapts to the technical, geographical, demographic and economic conditions of the communities to be supplied.

There are underserved communities, which lack the economic and technical resources to have water suitable for human consumption, due to its remote location to a conventional supply system, or because nearby sources are contaminated and require some type of treatment, this happens especially in rural areas and in communities with a lack of basic facilities.

An alternative of safe water, with low cost of implementation, operation and maintenance are the ceramic filters impregnated with colloidal silver, which have been shown to adjust to the water purification needs and the economic possibilities of the communities most in need.

Thus, the study raises the main objective of Identifying and determining the degree of viability and effectiveness of the purification of rainwater through the ceramic filter with colloidal silver, to favor the economy of the inhabitants of the La Quinoa Village Center - Pasco.

Having as a problem to investigate if it will be feasible and effective the purification of rainwater through the ceramic filter with colloidal silver, to favor the economy of the inhabitants of the Center Poblado de La Quinoa - Pasco?; The study has a research scope of great importance for the study area, because it seeks ecological and economic alternatives in the treatment of water and how it will favor the economy of the inhabitants of the area.

The research method that was used was a study with a prospective quasi-experimental design and with intervention by the researcher. The following techniques were used to collect the data: Observation, sample capture, colloidal silver fabrication and ceramic filter fabrication and results of rainwater monitoring with and without treatment by the ceramic filter method with colloidal silver.

In conclusion, the results show that ceramic filters with colloidal silver allow maintaining the microbiological quality of rainwater which determines its high quality as drinking water and can be used in rural communities. Likewise, the results of this study are preliminary, but suggest that the technical and economic feasibility of the potential to use rainwater as an alternative for domestic use, involves evaluating the contribution in quantity that can be captured in individual or collective family solutions in the center populated, and according to the hypothesis raised, it was possible to make rainwater drinkable through the ceramic filtration method with colloidal silver, bringing the initial values to an

optimum quality and purification of the rainwater, being fit and safe for human consumption.

The study recommends that in order to improve the quality of life of the rural population, and reduce the social gap and inequality that exists between the rural and urban sectors, the national, departmental and municipal governments should make efforts to guarantee access and increase of the coverage of drinking water for the rural population, which helps to improve the quality of life of people, reducing the risk that exists of contracting diseases transmitted by the consumption of contaminated water, reducing the morbidity and mortality rates especially in vulnerable population as children under 5 years old and older adults. In turn, the economy of rural families is improved, since by reducing the risk of water-borne diseases, the number of hours left to work due to the incapacities generated by these diseases is reduced. Likewise, medical expenses derived from these diseases are reduced.

**Key words:** Rainwater potability with ceramic filters with colloidal silver, Water treatment by home or economic methods, colloidal silver, La Quinoa-Pasco town center.

## INTRODUCCIÓN

Miles de personas en el mundo y en este caso del centro poblado de La Quinua todavía enfrentan escasez del agua, cientos de ellos sufren de enfermedades causadas por el agua debido a que están contaminadas. Nuestros asentamientos humanos, pueblos jóvenes sin agua potable. Los pobladores se ven tranquilizados por presencia de las lluvias producidas en esta zona y ven como una fuente natural de aprovechamiento pero que requiere ser segura para beberlo sin temores ni restricciones.

Siendo los filtros caseros una estrategia de producción de agua potable en el lugar de uso, sostenible y accesible, desarrollaron los filtros cerámicos tal como conocen, son muy efectivos en la purificación de agua, su bajo costo de producción y mantenimiento hace que sea muy rentable para las familias de poca economía. El agua es esencial para la vida, es un elemento principal para la sustentabilidad de la vida, el acceso a ella en buenas condiciones está limitada por motivos económicos y geográficos, dando como resultado la mayor tasa de lugares donde no se cuenta con tratamiento de agua son en las zonas rurales como este es el caso.

La calidad del agua está ligada directamente con la salud de las personas, la mayoría de las personas que son de escasos recursos consumen el agua directamente de los abastecimiento sin medir los riesgos que traen consigo, mundialmente mueren miles de personas en su gran parte niños, por el consumo del agua de mala calidad, provocando

brotos de enfermedades como el cólera, diarrea, infecciones intestinales, entre otras.

Según las pruebas realizadas es viable y factible recomendar el uso de la potabilización del agua de lluvia con los filtros cerámicos impregnados con plata coloidal como alternativa de potabilización del agua para consumo humano. La presente investigación está compuesto por cuatro capítulos; **Capítulo I:** Planteamiento del Problema de estudio; se plantea el problema, los objetivos y la justificación; **Capítulo II:** Marco teórico, donde encontramos trabajos realizados anteriormente en estudios similares, una definición de términos ambientales y bases teóricas científicas, hipótesis y definición de términos; **Capítulo III:** Métodos y Materiales de Investigación; **Capítulo IV:** Presentación de Resultados y Discusión.

Finalmente, las conclusiones obtenidas y las recomendaciones establecidas servirán para mejorar el nivel de desarrollo socioambiental y de salud del centro poblado de La Quinoa y la continuidad de la investigación ayudará entre otros aspectos en la calidad de vida y un desarrollo sostenible de los recursos naturales.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1 DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA**

El consumo de agua contaminada constituye un serio problema de salud pública, puesto que, este líquido, es un vehículo de transmisión de patógenos humanos tales como bacterias, virus, protozoos, helmintos (Samboni et al., 2007). A nivel mundial el 80% de las enfermedades infecciosas y parasitarias gastrointestinales se asocian, de manera directa, a la ingesta de agua contaminada y saneamiento básico, cada año se dan 4.000 millones de casos de diarrea de los cuales 1.8 millones terminan en muertes, la mayoría son niños (UNICEF, 2004).

En la actualidad, el Perú presenta un déficit de potabilización de agua en zonas rurales, lo que conlleva a una frecuente adquisición de

EDA's (enfermedad diarreica aguda). Debido a los altos costos económicos, no es factible la implementación de sistemas de potabilización y distribución de agua, por esa medida se debe acudir a otras alternativas como son los métodos de cloración con almacenamiento seguro, electrocoagulación (Restrepo et al., 2006), desinfección con rayos ultravioleta (desinfección-UV), pasteurización, ebullición, tratamiento con ozono y la utilización de filtros caseros de agua (CYTED, 2013). El método de cloración o desinfección del agua es una estrategia buena a gran escala, sin embargo es costosa para pueblos y comunidades rurales pequeñas (Gadgil, 1998). La adición de hipoclorito de sodio al agua, elimina la mayoría de microorganismos presentes en el agua, no obstante niveles muy elevados podrían generar riesgos para la salud (Pérez et al., 2012). La utilización de los rayos ultravioleta (rayos del sol) constituye un método efectivo para la inactivación de microorganismos si se realiza correctamente, este requiere de un tiempo de exposición de 6 horas consecutivas o más, la gran desventaja es que depende de los factores ambientales y de la turbidez del agua (Lerma, 2010). La desinfección UV también puede desarrollarse por el uso de lámparas UV, por lo tanto tiene como desventaja que requiere electricidad y mantenimiento de las lámparas. El método de ebullición permite la eliminación o inactivación de los microorganismos presentes en el agua, la desventaja reside, en que para aplicar este método se requiere gran cantidad de combustible, el agua tratada por este

método no modifica sustancialmente los componentes químicos y es susceptible a nuevas contaminaciones (Gadgil, 1998).

Durante años se han explorado las diferentes formas de tratar el agua y lograr que su consumo no genere riesgos para la comunidad, pero gracias al desarrollo de la ciencia y la tecnología ese parece no ser más el problema, una vez identificados los factores de riesgo y los diferentes métodos de potabilización, en la actualidad lo importante es encontrar una tecnología que se adapte a las condiciones técnicas, geográficas, demográficas y económicas de las comunidades a abastecer.

Hay comunidades desabastecidas, que carecen de recursos económicos y técnicos para contar con agua apta para consumo humano, debido a su localización lejana a un sistema de abastecimiento convencional, o a que las fuentes cercanas se encuentran contaminadas y requieren de algún tipo de tratamiento, esto sucede sobre todo en las zonas rurales y en comunidades con falta de instalación básica.

Conectar comunidades dispersas y alejadas de los sistemas convencionales y tiene un alto costo de infraestructura, que no es viable debido a los bajos ingresos de las comunidades comparado con el costo de implementación, es por tanto, necesario buscar alternativas a bajo costo de implementación, operación y mantenimiento que permita abastecer de agua potable dichas comunidades.

Una alternativa de agua segura, a bajo costo de implementación, operación y mantenimiento son los filtros cerámicos impregnados con plata coloidal, que han demostrado en otras realidades que se ajustan a las necesidades de potabilización del agua y a las posibilidades económicas de las comunidades más necesitadas.

En el caso de la comunidad de la Quinua por ser una de las poblaciones con carencias económicas y no contar con agua potable se opta por realizar este estudio con fines de probar esta metodología, ya que la población se encuentra interesado.

En esta metodología, los principales interesados son todas aquellas que, estando situadas situado en las proximidades de ríos o puntos de agua impura, carecen de acceso al agua potable, o que utilizan agua que corre el riesgo de no ser o dejar de ser potable. Los filtros pueden utilizarse en el hogar, ya sea mediante pequeñas instalaciones autónomas o, más raramente, conectándose a una salida de agua o un sistema de recuperación del agua de lluvia. En cuanto a los sistemas portátiles, están dirigidos sobre todo a poblaciones no conectadas a la red, a nómadas y a excursionistas.

Por tanto en el presente estudio se pretende promover e implementar un método de potabilización del agua de lluvia por medio de los filtros cerámicos con plata coloidal, con la finalidad de favorecer a la economía de la zona en estudio y brindar agua segura, por tal motivo se plantea a continuación el siguiente problema a investigar:

## 1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El problema que se plantea es:

### a. Problema General:

¿Será viable y efectivo la potabilización del agua de lluvia a través del filtro cerámico con plata coloidal, para favorecer la economía de los pobladores del Centro Poblado de La Quinoa – Pasco?

### b. Problemas Específicos:

- ¿Cómo potabilizar el agua de lluvia a través del filtro cerámico con plata coloidal en el centro poblado de La Quinoa - Pasco?
- ¿La potabilización del agua de lluvia a través del filtro cerámico y plata coloidal, favorecerá la economía de los pobladores del centro poblado de la Quinoa – Pasco?
- ¿Qué grado de efectividad alcanzará la potabilización del agua de lluvia a través del filtro cerámico con plata coloidal, en la comunidad del Centro Poblado de La Quinoa – Pasco?
- ¿Cómo promover el consumo de agua potable en la comunidad del centro poblado de La Quinoa – Pasco?
- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas encontradas por los beneficiarios en el uso del método del filtro cerámico con plata coloidal?

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo General**

Identificar y determinar el grado de viabilidad y efectividad de la potabilización del agua de lluvia a través del filtro cerámico con plata coloidal, para favorecer la economía de los pobladores del Centro Poblado de La Quinoa – Pasco.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Implementar y aplicar la potabilización del agua de lluvia a través del filtro cerámico con plata coloidal en el centro poblado de La Quinoa – Pasco.
- Demostrar que la potabilización del agua de lluvia a través del filtro cerámico y plata coloidal, favorecerá la economía de los pobladores del centro poblado de la Quinoa – Pasco.
- Identificar y determinar el grado de efectividad de la potabilización del agua de lluvia a través del filtro cerámico con plata coloidal, en la comunidad del Centro Poblado de La Quinoa – Pasco.
- Promover el consumo de agua potable en la comunidad del centro poblado de La Quinoa – Pasco.
- Establecer las ventajas y desventajas encontradas por los beneficiarios en el uso del método del filtro cerámico con plata coloidal.

#### **1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

La presente investigación es de gran importancia investigativa porque promoverá la implementación de la potabilización del agua de lluvia a través del filtro cerámico con plata coloidal, en la comunidad del centro poblado de La Quinua, que se encuentra en la provincia de Pasco, con la finalidad de favorecer en su economía, porque esta zona carece de agua potable por ser una zona rural y con una población económicamente baja, lo cual esta metodología es recomendable y se amolda a esta realidad por ser de costo bajo, efectivo y viable, lo cual se pretende estudiar, así mismo se lograría favorecer al desarrollo social, económico y ambiental de la zona a estudiar.

La potabilización del agua de lluvia pretende promover el consumo de agua segura o potable con fines saludables para evitar enfermedades gastrointestinales, utilizando tecnología sencilla y de fácil acceso a ella por parte de la población a beneficiarse, de esta manera se generaría el desarrollo de su zona.

Por tal motivo la investigación sobre la implementación de este tipo de sistema de potabilización primario del agua de lluvia en un sector rural de Pasco, constituye una alternativa de solución muy viable y efectiva desde el punto de vista de costo-beneficio, ya que es una técnica eficiente, son de fácil construcción, operación, transporte y mantenimiento, además que desde el punto de vista económico, tiene un precio inferior frente a otras técnicas de potabilización como son

plantas de tratamiento de agua potable, la cloración, la luz ultravioleta, ozonización, entre otras.

El uso de los resultados servirá de información real y ejemplo para otras comunidades sobre cómo pueden implementar esta técnica de potabilización del agua, para promover el consumo de agua segura o potable a muy bajo costo.

### **1.5 LIMITACIONES**

La investigación presenta algunas limitaciones, pues existen escasos antecedentes respecto a trabajos similares realizados en nuestro medio, es por ello el interés de conocer si es que es factible fabricar filtros con nuestras materias primas con plata coloidal; sin embargo no todos los materiales pueden ser adquiridos en nuestro medio, principalmente en la adquisición de plata coloidal, uno de los insumos químicos para la elaboración del filtro, que tiene que ser exportada de México, sin embargo con la facilidad de internet y medios de transporte este insumo puede llegar a nuestra ciudad. Otra limitación importante es que la calidad de los datos dependerá primero de la obtención de los diferentes tipos de arcilla, además de la predisposición de los artesanos para colaborar en la elaboración del Filtro en sí, que incluye llegar la arcilla a un punto óptimo de mezcla con el aserrín, y la quema en horno a temperaturas precisas. Además del tiempo e inversión en el análisis físico químico microbiológico de

las muestras previas y posteriores en laboratorio, considerando que se tiene que elaborar un mínimo número de cinco filtros.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 ANTECEDENTES

**2.1.1 IBARRA PEÑARANDA, Nubia Esperanza, “Análisis de Filtros Caseros como Técnica de Potabilización del Agua en el Sector Rural Colombiano”** Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD abril del 2016.

**Conclusiones:** A través del presente trabajo de revisión bibliográfica, se logra concluir que los filtros caseros independiente de su composición, filtro de vela de cerámica (CCF), cubo (BF), bioarena (BSF), bioarena modificado (MBSF), poroso impregnado con plata coloidal (SIPP) y el matriz estructurado con carbón activado (FME)., eliminan microorganismos por encima del 90%, constituyendo una fuente de tratamiento de agua segura y de bajo costo, siendo una

alternativa para mejorar la calidad de vida de las comunidades rurales que no tienen acceso a agua potable.

- En cuanto a la verificación del nivel de eficiencia en el mejoramiento de las características fisicoquímicas, se concluye que los estudios consultados, presentaron una gran variabilidad dependiendo de la sustancia química que se intentó remover. Es decir que cada sistema de filtración evaluado puede ser utilizado dependiendo del tipo de agua a tratar. Para aguas duras, se recomienda utilizar el filtro de BSF, ya que este filtro presenta una gran remoción de calcio, arsénico, magnesio y fosfatos. Para aguas con alto contenido de hierro se recomienda utilizar el filtro CCF, el cual logró el mayor porcentaje de reducción de hierro, mientras para agua contaminada con altas concentraciones de nitratos se recomienda utilizar el filtro SIPP.

- A través del desarrollo del presente trabajo se logra identificar la viabilidad económica que posee la implementación de los filtros caseros como técnicas individuales para la potabilización del agua en el sector rural colombiano (frente a otras técnicas más costosas como son los acueductos veredales), ya que su elaboración, operación y mantenimiento son de bajo costo.

### **2.1.2 CARTAGENA BAIDE, Joysee Mariela, “Prueba de la aceptación del filtro de cerámica impregnado con plata coloidal**

**en el barrio El Ocotol de Guinope, Honduras”**, Zamorano, Honduras. Abril, 2001.

**Conclusiones:**

El proceso participativo en la solución de los problemas de abastecimiento de agua potable logró involucrar a todos los actores para asegurar la eficiencia de la transferencia tecnológica a los habitantes del barrio El Ocotol, en este aspecto es imprescindible contar con las organizaciones locales como la junta de agua y la UMA.

Un factor determinante para la realización del estudio fue contar con los resultados de tesis que ya habían trabajado abordando con las personas de la comunidad los análisis de la calidad del agua y además se habían ejecutado varios proyectos de protección de los recursos.

La característica que más influyó en la decisión de adquirir el filtro fue el nivel de conciencia sobre la importancia de la purificación del agua para mantener la salud, medido en las variables de prevención de enfermedades y uso previo de métodos de purificación.

Se ha comprobado que las personas que compraron el filtro presentan un marcado interés por la salud y aunque tuvieron que ahorrar para poder adquirido realmente aprecian el servicio que les presta y lo cuidan.

El enfoque de género de la comunidad influyó en el desarrollo del proyecto debido a que la participación de las mujeres en las

capacitaciones fue muy poca, esto pudo superarse mediante los monitoreos del uso del filtro que se realizaron especialmente consultando a las señoras de la casa.

Debido a los resultados que la Junta de Agua del Barrio el Ocotal había aplicado cloro en el sistema durante la realización del segundo muestreo compuesto y de los muestreos individuales de las cinco casas, no se pudo comprobar la eficiencia del filtro en la descontaminación microbiológica del agua. Sin embargo estos muestreos indican que el sistema de dorado ha sido eficiente en ésta ocasión, pero se debe tener cuidado ya que los datos de contaminación reportados el año anterior eran niveles de contaminación altos aún con la aplicación de cloro en el sistema de distribución.

El trabajo demuestra que los filtros tuvieron un efecto de eliminación del cloro en el agua, un descenso de la temperatura y un incremento en el pH, los cuales influyen mucho en la aceptación del agua filtrada. La prueba de tiempo de contacto con la plata coloidal, indica que el valor de la constante de conductibilidad hidráulica "k", ha mejorado diez veces con respecto a los datos que se tenían previamente, pero aún es 100 veces mayor que el valor máximo permisible de "k".

La cantidad de agua potable producida por el filtro de cerámica rellenándolo en intervalos de cinco horas es casi un 60% menor a la producida rellenando cada hora, sin embargo es suficiente para el consumo promedio de los usuarios. Si se rellenara cada hora el filtró

produciría agua suficiente para el consumo promedio de los usuarios tanto en beber agua, como en preparar alimentos y lavar vegetales y frutas frescas.

Las personas rellenan el filtro en la mayoría de los casos dos veces por día, pero esto no significa que no lo estén usando bien, es decir a su máxima capacidad sino que adaptan los intervalos de relleno a sus requerimientos de consumo.

La aceptación de las características organolépticas del agua filtrada se debe principalmente a la reducción de la temperatura, al sabor y a la ausencia de olor que tiene en comparación con los otros métodos de purificación del agua, como clorado y ebullición.

La ventaja más apreciada por los usuarios es la confianza en la calidad microbiológica que les proporciona el agua filtrada.

Las únicas desventajas encontradas por los usuarios durante el periodo de prueba de uso fue la fragilidad de la unidad filtrante y de la llave.

La mayoría de los usuarios están dispuestos desde ahora a comprar el filtro si es necesario, o curarlo para ahorrar, pero la mayoría mencionó podrían comprarlo en Guinope.

**2.1.3 VIDAL HENAO, Sandra Marcela, “Evaluación de la efectividad del filtro a base de arcilla y plata coloidal, en la potabilización de agua, medida por pruebas fisicoquímicas y microbiológicas”**

Universidad Tecnológica de Pereira 2010.

## **Conclusiones:**

Según lo reportado en las tablas promedio de datos obtenidos por las muestras se aprecia que para pH, conductividad, TDS, nitritos y plata los resultados no salen del límite máximo estipulado en la resolución 2115.

En los resultados obtenidos en el tratamiento de la muestra 1 el filtro sin plata obtuvo una remoción de turbiedad del 46,19% y el mejor promedio de remoción para los demás filtros impregnados de plata fue de 10,76%, estos bajos porcentajes de remoción en la turbiedad se deben a que los filtros no tuvieron filtraciones previas y liberaban partículas de arcilla.

En cuanto a calidad microbiológica el filtro de (2) y (4) tuvieron 100% de remoción en coliformes fecales y totales, satisfaciendo los objetivos esperados.

En los resultados obtenidos del tratamiento de la muestra 2 se tiene una remoción de más de 50% en color y aun así los resultados exceden el límite máximo permitido en la resolución 2115.

Para turbiedad el único resultado que excede el límite máximo es el de la muestra recogida por el filtro de (1) después de ser tratada, el filtro de (4) obtuvo el mayor valor de porcentaje de remoción de turbiedad con 84,56%.

En cuanto a calidad microbiológica los filtros de concentración impregnados de plata tuvieron 100% de remoción de coliformes

fecales y el filtro de (2) tuvo un 99,99% de remoción de coliformes totales.

Es difícil comparar la eficacia o eficiencia en la remoción de microorganismos aún bajo condiciones de laboratorio controlado, debido a que no se dispuso de una metodología para analizar todas las variables que influye, pues los filtros estuvieron en un sitio abierto y solo recubiertos con un plástico para evitar que los sólidos o insectos cayeran en el agua y hubiera contaminación cruzada, tampoco se disponía de balde con llave para asegurar la inocuidad del recipiente y de la muestra en el momento de tomarla, pero comparando los promedios de remoción en turbiedad y coliformes los filtros con mayor porcentaje de remoción fueron (2) y (4), de 21mg/L y 56mg/L respectivamente, por lo anterior se denominan los más eficaces.

Los coliformes fueron con un porcentaje de 92,73 al 99,96% en el filtro sin aplicación de plata coloidal, debido a que los poros de los filtros son los suficientemente pequeños para atrapar estos macroorganismos. Por lo tanto la plata coloidal es necesaria para completar la remoción e inactivación de las bacterias.

La metodología escogida para el análisis de nitritos probablemente no fue acertada pues no se tuvieron datos diferentes al límite de detección de la técnica, y si inicialmente se tenían gran carga de contaminación microbiológica era de esperarse que tuviera nitritos

pues la reducción de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> a NO<sub>2</sub><sup>-</sup> puede considerarse sospechosa de una contaminación reciente por materias fecales.

Las muestras tomadas en cuanto a plata dieron menor al límite de detección de la técnica ( $\leq 0,06$ mg/L), y así mismo se obtuvieron después de ser filtradas, infiriendo que los filtros no contaminan el agua con ese metal.

**2.1.4 SORIANO ORTIZ, Fanny Haydeé, “Eficiencia del filtro de arcilla en la purificación del agua para consumo humano en Cajamarca”** Universidad privada del Norte, Cajamarca – Perú 2014

**Conclusiones:**

De acuerdo a los objetivos planteados, se ha llevado a cabo ensayos experimentales en la elaboración de los filtros de arcilla con el objetivo de analizar cuál es el filtro más eficiente, y para la evaluación se ha tenido en cuenta que exista en ellos un buen flujo de agua, elimine microorganismos y elimine ciertos metales presentes en el agua. Para ello se han empleado varios métodos que permitan una comprensión más profunda del experimento, llegando a las siguientes conclusiones:

Durante la fase de exploración de canteras de arcilla, se ha encontrado con diversas canteras cercanas a la ciudad de Cajamarca, que son explotadas por los artesanos para elaboración de cerámica, así como de ladrillos de arcilla, de manera que es factible el conseguir este material y en buena cantidad.

El filtro de arcilla, es un elemento que puede ser fabricado por artesanos cajamarquinos, con materiales locales, muy buenos para la industrialización y con tecnología simple.

Debido a la complejidad en la búsqueda del filtro o filtros más eficientes es que consideramos que es verdadera la hipótesis ya que todos los filtros han permitido la eliminación de microorganismos, reducido significativamente la turbidez y por la propiedad de adsorción que tienen los caolines y algunas arcillas, sí han retenido en gran escala metales, principalmente el Arsénico As, un elemento altamente tóxico y que los humanos lo pueden encontrar en el agua. Sin embargo se ha considerado el más eficiente del grupo al Filtro elaborado con caolín de Namora, ha cumplido en mayor número de parámetros por lo tanto es la mejor propuesta para obtener agua que cumpla con los parámetros que exige la Normativa Peruana para agua potable.

#### **2.1.5 Otros antecedentes del estudio:**

1. En el Perú, 37 de cada 100 niños y niñas menores de cinco años presentan desnutrición crónica (ENDES, 2013).
2. 12 de cada 100 niños y niñas menores de cinco años padecen de enfermedades diarreicas (ENDES, 2013).
3. 28,9% de niñas y niños que consumen agua sin tratamiento y presentan mayor porcentaje de desnutrición crónica, en comparación

con el 6,4% de los que consumen agua con cloro residual (ENDES, 2012).

4. 14,8% de las niñas y niños que consumen agua sin tratamiento presentan mayor porcentaje de enfermedades diarreicas agudas en comparación con el 11,2% de los que consumen agua con cloro residual (ENDES, 2012).

5. 2,260 millones de nuevos soles al año es el costo aproximado asociado a la atención de la salud por estas enfermedades (Informe Defensorial N° 124 de la Defensoría del Pueblo, 2007).

6. El 1.4% de los hogares del ámbito rural tiene acceso a agua potable. (ENDES, 2013).

7. El 68.7% de los hogares rurales tiene acceso a agua y el 31.1% a saneamiento (ENDES, 2013).

8. El 4.6% de los hogares con acceso a agua realiza prácticas adecuadas de lavado de manos y el 13.9% de hogares rurales realiza prácticas adecuadas de limpieza y mantenimiento de las UBS (ENAPRES, 2013).

9. 30% de los operadores rurales presenta un margen operativo positivo; el déficit promedio mensual de los operadores rurales es de 34.4 nuevos soles (MVCS, 2011).

## **2.2 MARCO DE REFERENCIA**

### **2.2.1 EL TRATAMIENTO CON FILTROS DE CERÁMICA**

#### **A) ¿En qué consiste?**

Se trata de dispositivos que permiten potabilizar el agua superficial filtrándola a través de un material poroso. Existen dispositivos centralizados de pretratamiento del agua superficial o procedente de perforaciones con filtros de este tipo, aunque la mayoría de ellos se fabrican para usos domésticos. La presente ficha se refiere únicamente a este tipo de filtros domésticos de pequeña capacidad.

Según el tipo, pueden ser pequeñas instalaciones fijas de uso familiar o aparatos portátiles que permiten filtrar el agua dondequiera que se encuentre.

**B) ¿Quién utiliza principalmente este medio y desde cuándo?**

Este procedimiento, utilizado desde hace varios siglos, es recomendado por diversas ONG humanitarias, y se utiliza en varios países africanos (sobre todo en Benín y Togo), en Haití y en Asia. Es usado también por las personas que viajan a países donde el agua no es potable. Distintas empresas ofrecen dispositivos portátiles; entre ellas se encuentra KATADYN.

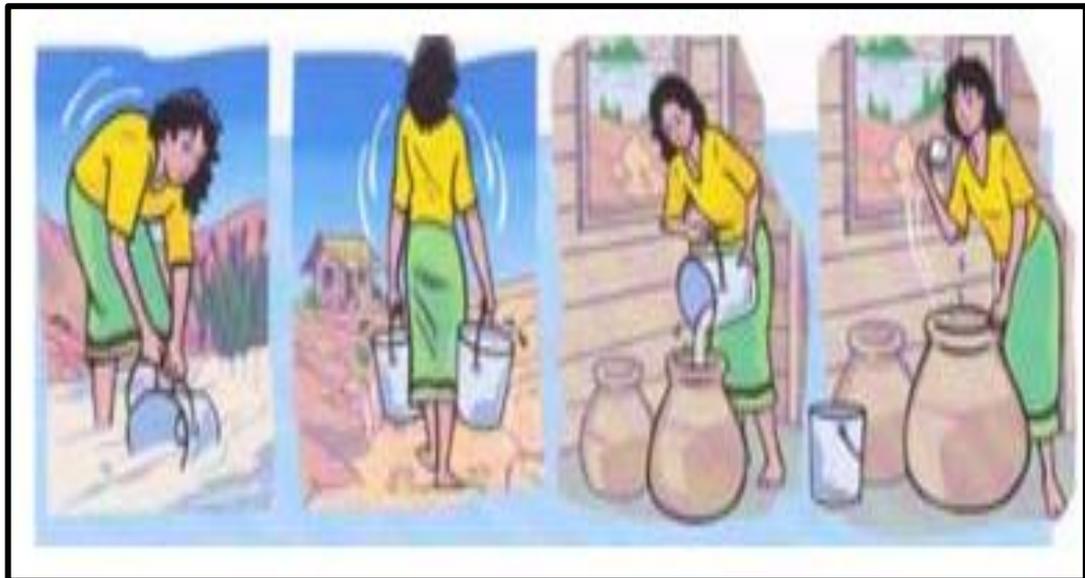
**C) ¿Por qué?**

Este dispositivo, sencillo, compacto y destinado a la producción de agua potable para la alimentación humana en una pequeña comunidad (casa, tienda, restaurante, etc.), es especialmente robusto, eficaz y fácil de mantener siempre que se tenga una cierta formación sobre las precauciones de uso.

**D) ¿Quiénes son los principales interesados?**

Las poblaciones interesadas son todas aquellas que, estando situadas en las proximidades de ríos o puntos de agua impura, carecen de acceso al agua potable, o que utilizan agua que corre el riesgo de no ser o dejar de ser potable. Los filtros pueden utilizarse en el hogar, ya sea mediante pequeñas instalaciones autónomas o más raramente, conectándose a una salida de agua o un sistema de recuperación del agua de lluvia. En cuanto a los sistemas portátiles, están dirigidos sobre todo a poblaciones no conectadas a la red, a nómadas y a excursionistas.

**FIGURA 1. EL TRATAMIENTO CON FILTROS DE CERÁMICA**

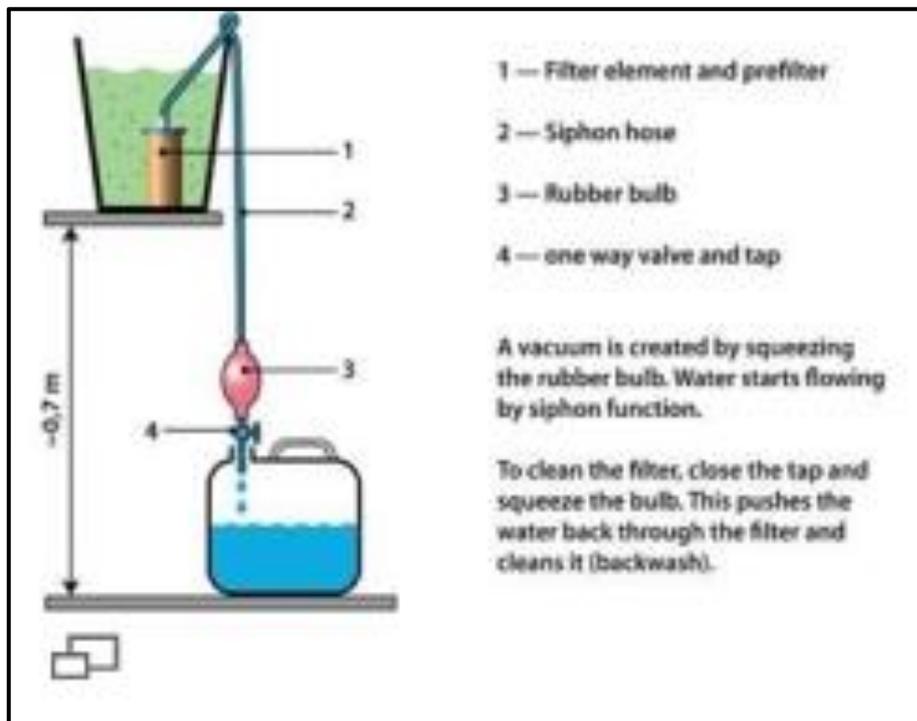


**E) ¿En qué consiste este procedimiento? y ¿Cómo se pone en práctica?**

Los filtros de cerámica se suelen presentar como cartuchos filtrantes en forma de sonda colocados verticalmente en recipientes de plástico cuya capacidad puede alcanzar los 20 o 30 litros. El agua a tratar pasa del exterior al interior del cartucho, y una vez tratada se recoge en la parte inferior (hay un dispositivo más rudimentario que consiste en colocar una simple membrana filtrante en un bote). El elemento filtrante está impregnado de finas partículas coloidales de plata que actúan como desinfectante e impiden la proliferación de bacterias en el filtro.

La utilización de un sifón, tal y como se representa en el siguiente esquema, permite incrementar la capacidad de producción y proceder más fácilmente al lavado del filtro por retorno del agua tratada.

**FIGURA 2. UTILIZACIÓN DE UN SIFÓN EN EL TRATAMIENTO DEL  
AGUA CON FILTROS DE CERÁMICA**



1. Filtro de cerámica
2. Tubo de sifonaje
3. Pera de caucho
4. Válvula y grifo

N. B.: El accionamiento de la pera crea un vacío que atrae el agua hacia el recipiente.

Para limpiar el filtro hay que cerrar el grifo. Esto tiene por efecto el reenvío del agua al filtro y su limpieza.

El procedimiento se basa en la microfiltración. El umbral de paso varía entre las 0,1 y las 0,2 micras, creándose una barrera que retiene todas las impurezas en suspensión, así como la práctica totalidad de las bacterias y los parásitos protozoarios. También se ha comprobado su eficacia frente a los virus, aunque esta no puede garantizarse al

100 %. El sistema permite obtener un agua adecuada para el consumo humano.

Si el agua a tratar está turbia, las membranas cerámicas se colmatan, reduciéndose el caudal como consecuencia. Por ello es necesario realizar una limpieza regular de los cartuchos filtrantes con ayuda de un cepillo, acompañada de una ligera desinfección con lejía. Los cartuchos no sufren alteraciones con el tiempo, por lo que pueden utilizarse durante años.

Las membranas cerámicas no se alteran con el tiempo, ofreciendo un gran nivel de seguridad durante más de 20 años si se lavan con regularidad.

## **F) Ventajas e Inconvenientes principales**

### **a) Ventajas**

Mantenimiento realizable por el usuario. Elimina la práctica totalidad de las enfermedades provocadas por las aguas estancadas. Se pueden fabricar dispositivos rudimentarios a escala local en los países en desarrollo. Los sistemas móviles pueden ser utilizados por los viajeros.

### **b) Desventajas**

No puede utilizarse con aguas relativamente poco turbias para no colmatar el filtro con demasiada rapidez. Riesgo de contaminación del agua almacenada si no está ligeramente clorada.

## **G) Costos**

El precio de un sistema completo de cartuchos que produzca entre 10 y 20 litros diarios suele estar en torno a los 200-250 euros aproximadamente.

Su vida útil es de muchos años, pero los cartuchos, que pueden costar entre 5 y 10 euros, deben sustituirse con regularidad. El costo de mantenimiento se estima en unos 4 o 5 euros/m<sup>3</sup>, es decir, es prácticamente insignificante. Debido a su reducida capacidad y elevado costo, debe reservarse para el agua de bebida.

Por fortuna, se pueden fabricar sistemas más rudimentarios a un precio menor en los países en desarrollo, aunque su capacidad puede ser más baja.

Así, en India, la compañía TARA comercializa filtros cerámicos con plata, los "TARA SWACH", por entre 15 y 20 euros. En Nicaragua, estos filtros se venden por unos 15 euros, y en Bangladés, por menos de 10 euros.

#### **H) Observaciones, recomendaciones y posibles sugerencias**

La buena utilización de estos filtros requiere ciertas precauciones relacionadas con la conservación de los cartuchos y la preservación de la calidad bacteriológica del agua.

#### **I) Ejemplo de filtros cerámicos**

Son muy variados, y van del más sencillo al más sofisticado.

**FIGURA 3. FILTROS CERÁMICOS (EJEMPLOS)**



### **2.2.2 Agua Potable**

Según las instituciones miembros del Comité Técnico Nacional de Calidad del Agua (1995) el agua potable es toda agua empleada para la ingesta humana que no causa daño a la salud y cumple con las disposiciones de valores guías estéticos, organolépticos, físicos, químicos, biológicos y microbiológicos emitidos mediante la Norma Técnica Nacional para la Calidad de Agua Potable.

El agua microbiológicamente segura es agua que está libre de todo microorganismo patógeno (o capaz de causar enfermedades) y de bacterias características de la contaminación fecal. La existencia de agua potable microbiológicamente insegura constituye un grave problema de salud pública en América Latina y el Caribe. Pero se puede reducir la incidencia de enfermedades por contaminación microbiana del agua si se suministra agua microbiológicamente

salubre y se cuenta con mayor higiene personal y doméstica, y con una participación comunitaria más sólida (CEPIS, 1998).

### **2.2.3 La Plata Coloidal Como Desinfectante**

La plata coloidal fue usada por los romanos para preservar el agua en jarras de almacenamiento, puesto que en concentraciones de 25 – 40  $\mu$ /L es buen desinfectante (Romero, 2000).

Según Cerámicas por la paz (2000), los coloides son partículas microscópicas suspendidas en líquido. La plata es convertida a plata coloidal a través de una electricidad positiva o puramente plata suspendida en agua. La medida de la partícula de plata coloidal es generalmente entre 0.015 y 0.005 micrones. La plata viene a ser una carga positiva iónica.

En 1998 cuando se patentaron medicinas antibacteriales, la plata coloidal fue la fuente antibacterial en EEUU, donde aún es ampliamente utilizada para prevenir la descomposición del agua depositada en tanques. Es usada para esterilizar agua a bordo de la “NASA’s Space Shuttle Program” y es además usada por muchas compañías aéreas. La plata coloidal es seguro y efectivo agente purificador del agua, utilizado junto con varios filtros o depósitos para grandes o pequeños sistemas de agua. (Rivera, 2001).

La plata coloidal no está listada como tóxica por el Centro de Control de Venenos, de manera que la comida y la administración de medicinas no tienen regulaciones para el uso de la plata coloidal

como antibacterial en cualquier forma y método. Aunque la cantidad total de plata coloidal utilizada en el Filtrón es relativamente pequeña, es posible que pequeñas trazas puedan pasar directamente del filtro al agua. Sin embargo en 1983 Michael Owens establece que la plata coloidal no es rápidamente absorbida por el cuerpo humano.

El exceso de plata depositado en el estómago es precipitado como cloruro de plata por las vías estomacales e inmediatamente expulsado a través de las heces (Rivera, 2001).

La aplicación de plata coloidal no afecta la tasa de filtración, ni el pH, ni la conductividad del agua filtrada.

La plata coloidal necesita ser aplicada por dentro y por fuera del filtro para lograr el 100% de la inactivación bacterial.

Los filtros con vida útil de hasta 7 años removieron el 100% de coliforme fecal y total, indicando que la vida útil de los filtros cerámicos aún es indefinida.

#### **2.2.4 Mecanismo de Desinfección de la Plata Coloidal**

La plata reacciona fuertemente con tilo (sulphydry, SR), grupo utilizado en proteínas funcionales y estructurales de las células bacterianas. La plata inhibe la glucosa, succinato y la oxidación (deshidrogenación). La baja concentración de plata no entra en la célula, más bien es absorbida en la superficie bacteriana. Así los iones de plata inmovilizan la deshidrogenación, porque la respiración en células bacterianas ocurre a través de las membranas celulares, al

contrario de las células eucarióticas, en las cuales la respiración es a través de la membrana mitocondrial (Rivera, 2001).

Es útil contra todas las especies de hongos, bacterias, protozoarios, parásitos y virus. Este componente ayuda en gran medida a la esterilización de los filtros, es decir someterlos a un pretratamiento con dicha sustancia antes de filtrar el agua contaminada.

**TABLA N° 1**  
**CONCENTRACIÓN DE PLATA COLOIDAL NECESARIA PARA**  
**INHIBIR E INACTIVAR LA BACTERIA**

BACTERIAS	CONCENTRACIÓN NECESARIA PARA	CONCENTRACION NECESARIA PARA
	INHIBICIÓN (µG/ML)	INACTIVACIÓN (µG/ML)
<i>E. coli</i>	0.50	2.02
<i>E. coli (dental)</i>	1.03	8.25
<i>Providencia stuartii</i>	0.13	0.73
<i>Proteusmirabilis</i>	0.08	2.51
<i>Pseudomonasaeruginosa</i>	0.31	2.51
<i>Serratia</i>	0.08	0.51
<i>Staphylococcusalbus</i>	0.12	0.85
<i>Staphylococcusaureus</i>	0.03	0.26
<i>Staphylococcusaureus</i>	0.25	8.25
<i>Streptococcusgroup D</i>	0.63	10.05
<i>Streptococcusmitis</i>	0.31	10.05
<i>Streptococcusmonila</i>	1.25	10.05
<i>Streptococcusmutans</i>	0.63	10.05
<i>Streptococcuspyogenes</i>	0.24	0.48
<i>Streptococcuspyogenes</i>	0.24	0.48
<i>Streptococcussalivarius</i>	1.03	8.25

### 2.2.5 Plata coloidal utilizada en el filtro de cerámica (Filtrón)

El Filtrón emplea la plata coloidal a través de una saturación inicial del filtro, por medio de una solución aproximadamente del 0.32% en 200 gramos de agua. Es altamente recomendable que el filtro sea limpiado periódicamente, dependiendo del nivel de turbiedad, y restaurado con plata coloidal una vez al año. Sin embargo hay resultados microbiológicos de un filtro que ha sido utilizado diariamente durante 7 años, sin modificaciones, que sigue siendo eficiente en su tarea de descontaminación del agua (Rivera, 2001).

### **Características de los filtros cerámicos**

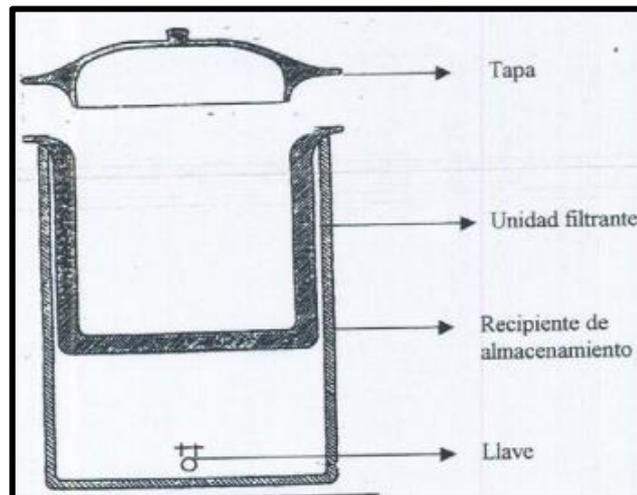
1. Filtro cerámico para agua potable es una unidad de tratamiento de agua casera, de muy bajo costo, que potabiliza agua contaminada.
2. El corazón del filtro cerámico para agua potable es un elemento filtrante que puede ser fabricado por ceramistas locales, con materiales locales, en condiciones que no requieren electricidad, ni tecnologías de alto nivel.
3. Filtro cerámico para agua potable no es solamente un filtro. En salubridad, proporciona agua cristalina eliminando la turbidez, así como bacterias imposibilitadas de cruzar por sus microporos. Gracias a un baño de plata coloidal en su elemento filtrante, provoca una reacción química que desactiva agentes dañinos para el organismo humano que pueden atravesar el filtro, siendo completamente inofensivo para el ser humano. Culturalmente, filtro cerámico para

agua potable permite rescatar valores propios, debido a que se trabaja con barro, base de todas las culturas conocidas.

### 2.2.6 El Filtro de Cerámica Impregnado con Plata Coloidal

El Filtrón está constituido por cuatro elementos: la tapa, el recipiente de almacenamiento del agua, la llave de salida del agua filtrada y la unidad filtrante. La siguiente figura muestra el corte transversal del filtro en el que pueden identificar las partes del mismo:

**FIGURA 4. PARTES DEL FILTRO DE CERÁMICA**



**Fuente: Potters for Peace, 2000.**

Según Cerámicas (Por la Paz 2000), el elemento filtrante está compuesto en un 50% de barro y 50% de aserrín, que al hornearse a alta temperatura queda poroso, lo que le permite dejar pasar el agua y al mismo tiempo retener la suciedad. La tapa y el recipiente de almacenamiento pueden ser de cerámica o de plástico, y la llave de plástico o de cobre.

Además la unidad filtrante está pintada con un producto especial llamado Microdyn (plata coloidal) que funciona como un imán, atrapando a todos los microbios y reteniéndolos hasta que se mueren. El Filtrón le quita al agua desde el color turbio o verdoso, hasta los microbios que causan el cólera y las diarrea, que sólo se elimina al clorar el agua, hervirla o filtrada (Cerámicas Por la Paz, 2000).

El filtro tiene capacidad para abastecer a una familia con agua de buena calidad. La unidad filtrante tiene la capacidad de ocho litros, y filtra de uno a dos litros por hora.

Mientras que el recipiente de almacenamiento puede guardar 8 litros de agua (Cerámicas Por la Paz, 2000).

La forma de operar es muy simple, a intervalos de tiempo se repone el agua en la unidad filtrante para conservar el nivel líquido por encima de la mitad de la altura, esto tiene el propósito de que exista siempre una presión suficiente que fuerce el paso del agua por los poros de la arcilla. Y cada vez que se desea agua para beber simplemente se abre la llave (Mazariegos, s.f.).

### **2.2.7 Uso del Filtro**

De acuerdo a Cerámicas Por la Paz (2000), las recomendaciones para su uso eficiente son:

1. La primera vez que se usa el filtro, se debe llenar de agua varias veces y botar el agua filtrada para quitarle el sabor amargo de tinaja nueva.

2. Antes de usar el filtro, lavar con agua limpia el balde plástico o tinaja que recoge el agua filtrada.
3. Colocar el filtro de barro en la boca de la tinaja o balde plástico.
4. Si el agua del río o pozo trae mucha suciedad, está verdosa o turbia, se debe colar el agua con un pedazo de tela fina y limpia antes de echarlo al filtro.
5. Para tener suficiente agua limpia todo el día hay que llenarlo con frecuencia.
6. Siempre hay que mantener el filtro tapado y cada vez que desee agua para beber, abra la llave de agua y sírvase el agua potable en un vaso limpio.

Según Cerámicas Por la Paz (2000), para lavar el filtro las familias que beben agua de pozo o de río deben inspeccionar y limpiar el filtro por lo menos una vez a la semana para asegurarse que esté trabajando bien. Cuando se detecta suciedad acumulada en el fondo o en las paredes del elemento filtrante se debe lavar con agua limpia y un cepillo de dientes.

**El procedimiento es el siguiente:**

- a. Se saca el filtro (sin agua) de la tinaja o balde plástico. Se recomienda colocar el filtro sobre un plato o trapo limpio mientras limpia y enjuaga la tinaja o balde plástico.
- b. Si el filtro se ve sucio, se puede utilizar un trapo limpio o una tusa limpia para desalojar cualquier material que tapa los poros del filtro. El uso de un cepillo suave sirve también para lavar el filtro.

c. Después de su limpieza debe enjuagar el filtro y la tinaja con agua limpia (sin cloro) y volver a colocar el filtro en su lugar.

d. La duración del Microdyn es de un año, al cabo de este tiempo hay que curar el filtro de nuevo, es decir, aplicar el Microdyn de nuevo sobre el elemento filtrante.

### **2.2.8 Purificación de Agua**

El término Purificar se refiere a hacer pura el agua, y se utiliza como sinónimo de potabilización. Consiste en eliminar del agua todas las sustancias que la hagan inadecuada para beberla sin riesgos. Debe entenderse que la purificación es el proceso de potabilización, en tanto que la desinfección es una parte de dicho proceso, pues en ella se refiere a la inactivación de los microorganismos presentes en el agua, a través de un agente químico como cloro, ozono, yodo, plata iónica o coloidal; o físico, como calor o luz UV, a un nivel que no represente peligro para la salud humana. (Mólgora Calderón, 1994)

### **2.2.9 Arcillas**

Las arcillas son cualquier sedimento o depósito mineral que es plástico cuando se humedece y que consiste de un material granuloso muy fino, formado por partículas muy pequeñas cuyo tamaño es inferior a 4 micras, y que se componen principalmente de silicatos de aluminio hidratados (1 micra es la diezmilésima parte de un centímetro o sea la dimensión aproximada de los microbios comunes).

La teoría geológica explica que la formación de las arcillas se da por la descomposición de las rocas ígneas primarias o rocas básicas, como los granitos, feldespatos o pegmatitos, los cuales son alterados por los agentes atmosféricos a través del tiempo, produciéndose las diferentes clases de arcilla según el grado de intemperización hasta alcanzar tamaños menores que dos micras (0.002 mm).

### **Propiedades de las Arcillas:**

- **Plasticidad:** Es la propiedad que permite a la arcilla, en combinación con el agua necesaria, adquirir cierta flexibilidad, puede deformarse bajo la acción de un esfuerzo y que permanece deformado después de retirada la causa que ha producido dicho cambio. La plasticidad depende del contenido del agua. Si la arcilla está totalmente seca no es plástica. Si se le añade agua, se observa un incremento de la plasticidad, que llegará a un máximo, para un contenido de agua determinado.
- **Límite Plástico:** Es el contenido de agua mínimo, por debajo del cual la arcilla deja de comportarse como una masa plástica y se convierte en un material disgregable.
- **Límite líquido:** Es el contenido de agua determinado para el cual la arcilla comienza a fluir como un líquido espeso.
- **Índice de plasticidad:** Es la diferencia entre el límite plástico y el límite líquido.

- **Contracción:** Tiene efecto durante el secado. La pérdida de agua se inicia en los poros superficiales, continuando estos en los poros interiores, hasta conseguir un equilibrio, entonces por arrastre se contraen los poros, disminuyendo el volumen.
- **Aglutinación:** Es la propiedad por la cual las arcillas se consolidan en una masa.
- **Porosidad y absorción de agua:** Dependiendo de los componentes estos pueden ser impermeables.
- **Vitrificación:** Es la propiedad de las arcillas de hacerse duras. A temperaturas muy elevadas la pasta se vitrifica, se vuelve más sonora y queda dura. (Aguirre Gaspar, 2004)

### **2.2.10 Filtros de Arcilla**

Es un dispositivo de tratamiento de agua casera, de muy bajo costo, que potabiliza agua contaminada. Este elemento filtrante puede ser fabricado por ceramistas, con materiales comunes, sin tecnologías de alto nivel. Por su estructura permite eliminar la turbidez y por su micro poro evita el pase de bacterias.

#### **➤ Filtro de Arcilla con Plata Coloidal**

Filtro hecho a base de arcilla, aserrín y plata coloidal.

#### **Fundamento Teórico**

El filtro de arcilla funciona de dos maneras:

- **Por filtración:** Los protozoarios, helmintos, bacterias y algunos virus se atrapan en los poros del filtro.

- **Por efecto microbicidal:** Las bacterias se desactivan al contacto con la plata coloidal y son incapaces de reproducirse, previniendo el crecimiento del mismo elemento.

Es un filtro que permite la purificación debido al uso de la plata coloidal que es distribuida a través del filtro de arcilla, el agua fluye hacia abajo, por los lados, hasta gotear al fondo, atrapando los microbios que entran en contacto con la plata coloidal, sin poner en riesgo la salud, pues la plata se considera un material no tóxico. (Rivera, 2007)

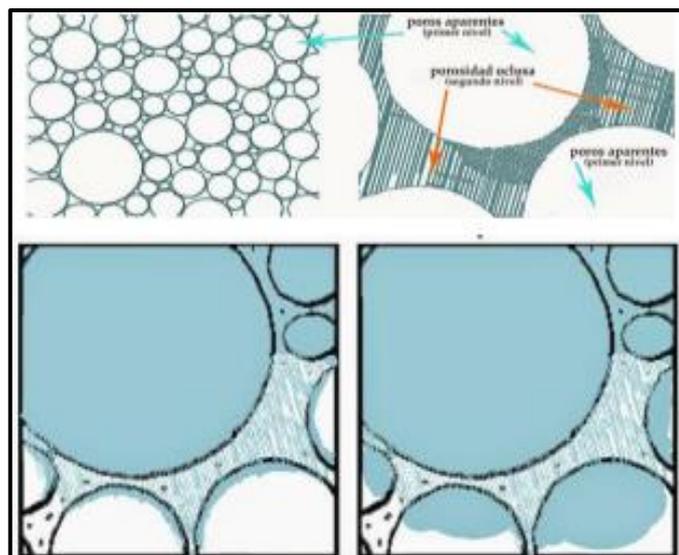
Henry Crooks, demostró que la plata coloidal es altamente germicida y a la vez es no tóxico para el ser humano, tiene un pH de 6.5 la concentración es de 3 a 5 mg/l. Según Jefferson Warren (2005) nos señala que la plata coloidal es un poderoso destructor de gérmenes cada vez más popular en todo el mundo: es barata, efectiva y se prepara con facilidad. Este poderoso antibiótico de amplio espectro inactiva las enzimas de todas las células bacterianas, hongos y virus que éstas usan para su metabolismo del oxígeno.

Los coloides son partículas microscópicas suspendidas en líquido. La plata es convertida a plata coloidal a través de una electricidad positiva o puramente plata suspendida en agua. La medida de la partícula de pasta coloidal es generalmente entre 0.015 y 0.005 micrones. La plata viene a hacer una carga positiva iónica.

El aserrín de madera empleado, el que se mezclará con el resto de los componentes hasta formar la pasta plástica, se lo utilizará tamizado, de manera que al ser incinerado, quedan poros medianos, finos y superfinos.

El agua atraviesa gota por gota las capas de materiales naturales con Al filtrar cada poro se rellena con el agua proveniente del interior del filtro y éste pasa al poro vecino por la presión hidrostática natural, atravesando la pared de cada poro para pasar al contiguo y así salir al exterior donde se produce el goteo.

**FIGURA 5. POROSIDAD EN EL FILTRO**



Fuente: Filtro ecológico de agua

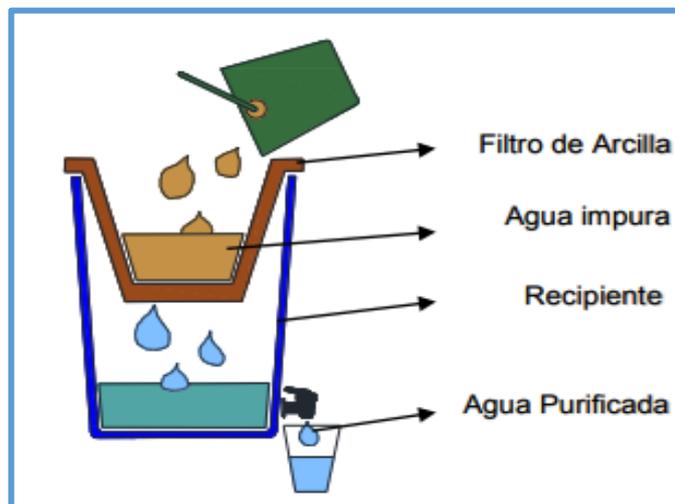
### 2.2.11 Filtración de Agua

Filtración es un proceso en el cual partículas sólidas que se encuentran en un fluido líquido o también gaseoso se separan mediante un medio filtrante, o filtro, que permite el paso del fluido, pero retiene las partículas sólidas. Unas veces interesa recoger el

fluido; otras, las partículas sólidas y, en algunos casos, ambas cosas.  
(Solís Miranda, 2007)

La filtración del agua es el proceso de separar un sólido del líquido en el que está suspendido de hacerlos pasar a través de un medio poroso (filtro) que retiene al sólido y por el cual el líquido puede pasar muy fácilmente. Se puede aplicar mediante el paso del agua por un lecho filtrante conformado por diferentes granulometrías de arena y material pétreo, cuyo objetivo es retener sólidos en suspensión que van quedando atascados entre los diferentes espacios libres del medio. (Degrémont, 1979)

**FIGURA 6. REPRESENTACIÓN DE LA ACTIVIDAD PURIFICADORA DEL FILTRO**



### 2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

**a. Agua Potable:** Toda agua utilizada para consumo humano, que debe estar exenta de organismos capaces de provocar enfermedades y de elementos o sustancias que pueden producir efectos fisiológicos perjudiciales y debe cumplir con los requisitos de las normas de

calidad física, química, bacteriológica y radiológica del agua. (Nicolay, 2010)

**b. Análisis físico de agua:** Es el estudio que determina los parámetros físicos como: Características organolépticas, color, olor, sabor; elementos flotantes, temperatura, sólidos conductividad, radioactividad. (Catalán Lafuente, 1981)

**c. Análisis microbiológico:** Es el estudio que determina los parámetros microbiológico como: Coliformes totales, coliformes termotolerantes, estreptococos fecales, escherichia coli, salmonella, giardia lambia, Vibrio colerae. (Catalán Lafuente, 1981)

**d. Análisis químico:** Es el estudio que determina los parámetros químicos como: PH, materia orgánica, (COT), nitrógeno y compuestos derivados, fósforo y compuestos derivados, aceites y grasas, hidrocarburos, detergentes, cloro y cloruros, fluoruros, sulfatos, cianuros, pesticidas, metales. (Catalán Lafuente, 1981)

**e. Arcilla:** Las arcillas son cualquier sedimento o depósito mineral que es plástico cuando se humedece y que consiste de un material granuloso muy fino, formado por partículas muy pequeñas cuyo tamaño es inferior a 4 micras, y que se componen principalmente de silicatos de aluminio hidratados (1 micra es la diezmilésima parte de un centímetro) o sea la dimensión aproximada de los microbios comunes. (Besosain, 1985)

**f. Eficiencia:** Es la óptima utilización de recursos disponibles, para la obtención de resultados deseados. (De Oliveira Da Silva, 2002)

Significa "operar de modo que los recursos sean utilizados de forma más adecuada" (De Oliveira Da Silva, 2002).

La eficiencia es la "propiedad según la cual la sociedad aprovecha de la mejor manera posible sus recursos escasos" (De Markiw, 2004).

“Es la expresión que se emplea para medir la capacidad o cualidad de actuación de un sistema o sujeto económico, para lograr el cumplimiento de objetivos determinados, minimizando el empleo de recursos" (De Andrade, 2005).

**g. Filtro:** Material poroso o dispositivo a través del cual se hace pasar un fluido para limpiarlo de impurezas o separar ciertas sustancias. (Fernández Chiti)

**h. Filtro Cerámico Condorhuasi:** Descontaminante de Aguas, 2005

i. Purificación del Agua: Se refiere a la destrucción de los organismos causantes de enfermedades o patógenos presentes en ellas. (Borchardt & Walton, 1991)

**j. Plata coloidal:** Es el resultado de un proceso electrolítico que se lleva a cabo en agua que atrae partículas submicroscópicas de plata de un trozo más grande de plata pura; estas partículas permanecen en suspensión debido a la pequeña carga eléctrica de cada partícula y se encuentran en estado coloidal. (Warren, 2005)

Es útil contra todas las especies de hongos, bacterias, protozoarios, parásitos y virus. Este componente ayuda en gran medida a la esterilización de los filtros, es decir someterlos a un pretratamiento con dicha sustancia antes de filtrar el agua contaminada.

El pH de la plata coloidal debe ser de 6.5 y el rango de seguridad de su concentración de 3 a 5 partes por millón. Mayor concentración no significa mayor efectividad. La presencia de plata coloidal cerca de un virus, un hongo, una bacteria o cualquier otro microbio patógeno unicelular, incapacita a su enzima del metabolismo del oxígeno, su pulmón químico, por decirlo así. Dentro de pocos minutos el microbio patógeno se sofoca y muere, luego es eliminado del cuerpo por los sistemas.

**k. Potabilización del agua.-** Consiste en la eliminación primero de la sustancia en suspensión, lo que se logra por sedimentación o por filtración, y luego se eliminan por medios químicos los microorganismos que pueden ser perjudiciales a los seres humanos.

**l. Filtro cerámico con plata coloidal.-** Filtro cerámico impregnado con plata coloidal, constituye una solución integral para el mejoramiento de la calidad de agua para consumo humano en las Unidades de Servicio.

**m. Filtración de agua.-** La filtración es el proceso de separar un sólido del líquido en el que está suspendido al hacerlos pasar a través de un medio poroso (filtro) que retiene al sólido y por el cual el líquido puede pasar fácilmente. De la sedimentación para eliminar las sustancias que no salieron del agua durante su decantación.

La filtración es una estrategia que se puede aplicar mediante el paso del agua por un lecho filtrante conformado por diferentes granulometrías de arenas y material particulado, cuyo objetivo es

retener sólidos en suspensión que van quedando atascados entre los diferentes espacios libres del medio. La filtración se aplica cuando la cantidad de materias que deben retenerse es grande y la dimensión de las partículas contenidas en el agua es relativamente pequeña, asumiendo una fuente de buena calidad y sin contaminación.

Filtración de agua en filtros cerámicos con vasijas impregnadas de plata coloidal.

## **2.4 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS**

### **2.4.1 Hipótesis General**

El filtro cerámico con plata coloidal constituye una opción viable desde el punto de vista económico, para el tratamiento del agua de lluvia en el sector rural del centro poblado de La Quinua - Pasco, con un alto nivel de efectividad y viabilidad en la potabilización del agua de lluvia.

### **2.4.2 Hipótesis Específicas**

- El implementar y aplicar el método de potabilización del agua de lluvia a través del filtro cerámico con plata coloidal en el centro poblado de La Quinua – Pasco es bueno y muy beneficioso.
- La potabilización del agua de lluvia a través del filtro cerámico y plata coloidal, favorecerá la economía de los pobladores del centro poblado de la Quinua – Pasco.

- El grado de efectividad de la potabilización del agua de lluvia a través del filtro cerámico con plata coloidal, en la comunidad del Centro Poblado de La Quinoa – Pasco es del 90 a 100% de efectivo.
- El promover el consumo de agua potable en la comunidad del centro poblado de La Quinoa – Pasco, cambiara en los pobladores los estilos de vida más saludables.
- Las ventajas y desventajas encontradas por los beneficiarios en el uso del método del filtro cerámico con plata coloidal, fortalecerá el procedimiento y técnica.

## **2.5 DETERMINACIÓN DE VARIABLES**

### **2.5.1 Variable Independiente**

Potabilización del agua de lluvia a través del Filtro Cerámico con Plata Coloidal.

### **2.5.2 Variable Dependiente**

Para favorecer a la economía de los pobladores del centro poblado de La Quinoa – Pasco.

## **2.6 INDICADORES**

### **a. De la Variable Independiente**

- Grado de viabilidad y efectividad
- Es bueno y beneficioso

### **b. De la Variable Dependiente**

- Favorece a la economía
- Favorece a estilos de vida saludables y que no cuentan con agua potable.

## **CAPÍTULO III**

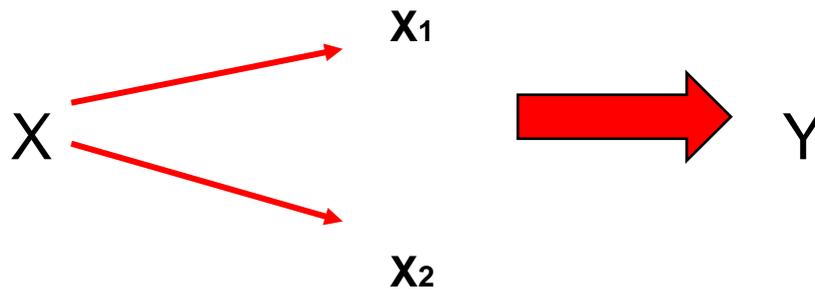
### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación es de tipo experimental porque se manipuló una de las variables, es decir involucra la manipulación intencional de una acción para analizar sus posibles efectos, para luego realizar un control. La investigación corresponde al nivel aplicativo y observacional. (Hernández, Baptista, & Fernández, 1997).

#### **3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

El estudio presenta un diseño cuasi experimental prospectivo y con intervención. Es de tipo longitudinal de tendencia donde se analizaron cambios a través de un cierto tiempo dentro de la población en estudio. Y se pasó a realizar el siguiente diseño científico:



**Donde:**

**X=** VI (Potabilización del agua de lluvia a través del Filtro Cerámico con Plata Coloidal)

**X1=** Control de muestra antes de la aplicación del método de potabilización del agua de lluvia con Filtro cerámico con plata coloidal

**X2=** Control de muestra después de la aplicación del método de potabilización del agua de lluvia con Filtro cerámico con plata coloidal

**Y=** VD (Para favorecer a la economía de los pobladores del centro poblado de La Quinoa – Pasco)

### **3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **a. Población (N)**

El presente estudio de investigación se realizó en las inmediaciones de la comunidad del centro poblado de La Quinoa - Pasco.

Para la aplicación del proyecto se tuvo como población de estudio al agua de lluvia que cae y que se puede recolectar en las familias beneficiarias del centro poblado.

#### **b. Selección de Muestra (n)**

Para recolectar la muestra en la zona de estudio se esperó que llueva de forma continua y en grandes cantidades, el cual fue factible ya que es una zona lluviosa, para lo cual se tuvo recipientes listos para su recolección. Para la realización del estudio se tomó cinco muestras de 30 litros cada una, con el fin de abastecer a cinco filtros que pertenecieron a 5 familias beneficiarias, ya que la presente es un estudio piloto, que posteriormente en un estudio aparte se podrá implementar para más familias.

El centro poblado de La Quinoa cuenta con un aproximado de 219 viviendas, y de los cuales sólo se trabajó con 5 familias o viviendas.

### **3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

**a. Técnicas.-** Para la recolección de datos se utilizaron las siguientes técnicas:

- **Observación:** Observaciones in situ de las áreas (actividad humana y ambiente) para explorar, describir, identificar y comprender el contexto del estudio.
- **Captación de la muestra.-** Consistió en identificar y determinar las 5 familias a ser beneficiadas con el proyecto, para luego pasar a realizar la captación de la muestra que viene hacer el recolectar el agua de lluvia, que fue luego almacenado y que pudo abastecer a los 5 filtros y que pertenece 1 a cada familia beneficiaria.
- **Elaboración de plata coloidal y Fabricación del filtro cerámico.-** Consistió primeramente de informar y educar sobre el procedimiento

de elaboración de la plata coloidal y fabricación del filtro cerámico, importancia, ventajas y desventajas, entre otros puntos. Por tanto se pasó a elaborar y fabricar el filtro cerámico con plata coloidal para luego aplicarlo.

• **Resultados del monitoreo de agua de lluvia con y sin tratamiento por el método de filtro cerámico con plata coloidal.-**

Consistió en obtener los resultados del monitoreo del agua de lluvia con y sin tratamiento en los parámetros de calidad de agua para luego poder determinar el grado de viabilidad y eficacia del método, de esta manera poder llegar a consumir esta agua de forma segura, y así favorecer económicamente y en lo saludable a los pobladores de la zona de estudio.

**b. Instrumentos:** Para la recolección de datos se utilizaron los siguientes instrumentos de investigación:

- Guía de Observación
- Fichas de procedimiento de elaboración de plata coloidal y fabricación del filtro cerámico.
- Fichas de procedimiento de aplicación del método de potabilización del agua de lluvia por medio del filtro cerámico con plata coloidal.
- Fichas de resultados del monitoreo de agua de lluvia con y sin tratamiento por el método de filtro cerámico con plata coloidal.
- Fichas de resultados de control de calidad del producto final (agua potable)

- Recopilación de contenidos: Estudios similares en la zona de estudio.
- Fichas, apuntes y notas de libreta.
- Registros Fotográficos.

### **3.5 FASES DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

**1°:** Consistió en la observación del campo de estudio para explorar, describir, identificar y comprender la realidad de la investigación y así obtener los resultados que se espera.

**2°:** Consistió en la identificación y ubicación de las familias a estudiar (5) como muestra piloto para elaborar la plata coloidal y fabricar el filtro cerámico como medio de potabilizar el agua de lluvia. Así mismo se seleccionó el periodo de trabajo que consistió en evaluar el proceso de aplicación en un lapso de 1 mes del presente año, y esta fase consistió en 3 etapas:

- Etapa Preliminar de Gabinete
- Etapa de Campo
- Etapa Final de Gabinete

**a. La etapa preliminar de gabinete,** comprende la recopilación, revisión y análisis de información secundaria existente y disponible en la misma comunidad y en otras fuentes, sobre el área de influencia directa e indirecta al proyecto.

**b. La etapa de campo,** se desarrolló la identificación de la población muestral, seguidamente la identificación de la cantidad de agua de lluvia a utilizar para el proyecto.

Así mismo se pasó a realizar una capacitación previa sobre el tema, para luego aplicar la técnica de potabilización del agua por medio de filtros cerámicos con plata coloidal, así mismo se evidenciaron in situ el proceso de aplicación de esta metodología.

**c. La etapa final de gabinete,** comprendió el control o monitoreo del agua antes y después del tratamiento, para poder observar el grado de eficacia o viabilidad del proyecto. Así mismo estuvo dado por la elaboración de plata coloidal y fabricación del filtro cerámico, para poder luego realizar el estudio.

**3°:** Paso seguido se llevó a cabo el procesamiento y análisis de la información obtenida en las etapas anteriores.

**4°:** Esta parte del estudio consistió en el manejo de los datos obtenidos y el control de calidad para poder realizar la interpretación, descripción del contexto y poder explicar los sucesos.

**5°:** En esta fase última del estudio consistió en describir la realidad encontrada y analizarla con los parámetros establecidos y antecedentes del estudio; contrastándolas con la hipótesis de estudio.

### **3.6 ANÁLISIS DE DATOS**

Se procedió a la siguiente secuencia para el análisis de datos:

- Revisión de material recolectado.
- Establecimiento de plan de trabajo inicial.
- Codificación textual de los datos.
- Análisis e Interpretación de datos.
- Descripción del contexto, situaciones y sujetos para explicar sucesos.
- Establecimiento de resultados, conclusiones y recomendaciones.

### **3.7 ÁREA DE ESTUDIO**

La Quinoa está ubicada en la parte alta de las cuencas del río Huallaga y Huanca, a 30 minutos de la ciudad del Cerro de Pasco, en plena carretera central; clima templado a una altura de 3,600 m.s.n.m. Pertenece al distrito de Yanacancha, provincia y departamento de Pasco. Está rodeado de montañas y quebradas, con campos en las laderas; la vegetación dominante es de tipo pajonal, existen rodales de árboles muy hermosos, propio de la zona alto andina del país como es el “Queñoa”, única formación boscosa nativa de la región.

Los antiguos pobladores lo llamaron a este pueblo como “Queñoa”. Sus viviendas eran techados con paja y sus paredes construidos con piedras y barro.

Las principales actividades para la supervivencia fue la agricultura, la caza y la pesca; la lengua materna era el quechua.

Por la exploración realizada anteriormente por la Empresa Minera Milpo y hoy por la exploración y probable explotación por parte de Vólcan Compañía Minera S.A.A., se viene destruyendo los famosos “Caminos Incas”, e incluso algunas ruinas incaicas son pintadas con números topográficos atentando de esta manera a estos restos arqueológicos de gran valor histórico que cuenta la zona. Además de ello, huaqueros emigrantes de otros lugares, con detectores metálicos vienen saqueando y profanando estos lugares del antiguo poblador Quinueño.

Por el siglo XVIII, llegó la familia Bonanys provenientes de España, quienes atraídos por el clima, bosque, los animales propios de la zona y la naturaleza decidieron quedarse a vivir. Empezaron a relacionarse con los pobladores realizando trueques con vestidos, algunos collares, mantos de tela, vasijas, alimentos, entre otros materiales.

Empezaron a construir viviendas modernas con materiales de adobes mejorados (ladrillos), techos de calaminas y maderas de pino, con varias comodidades; después empezaron a organizar al pueblo. Estos españoles trajeron animales mejorados como ovinos, vacunos, iniciándose así un potencial ganadero.

#### • **Ubicación de La Quinua**

**Distrito:** Yanacancha

**Provincia:** Pasco

**Región:** Pasco

**Ubigeo:** 190113

**Latitud Sur:** 10° 36' 55.5" S (-10.61540960000)

**Longitud Oeste:** 76° 10' 47.4" W (-76.17984395000)

**Altitud:** 3406 msnm

**Huso horario:** UTC-5

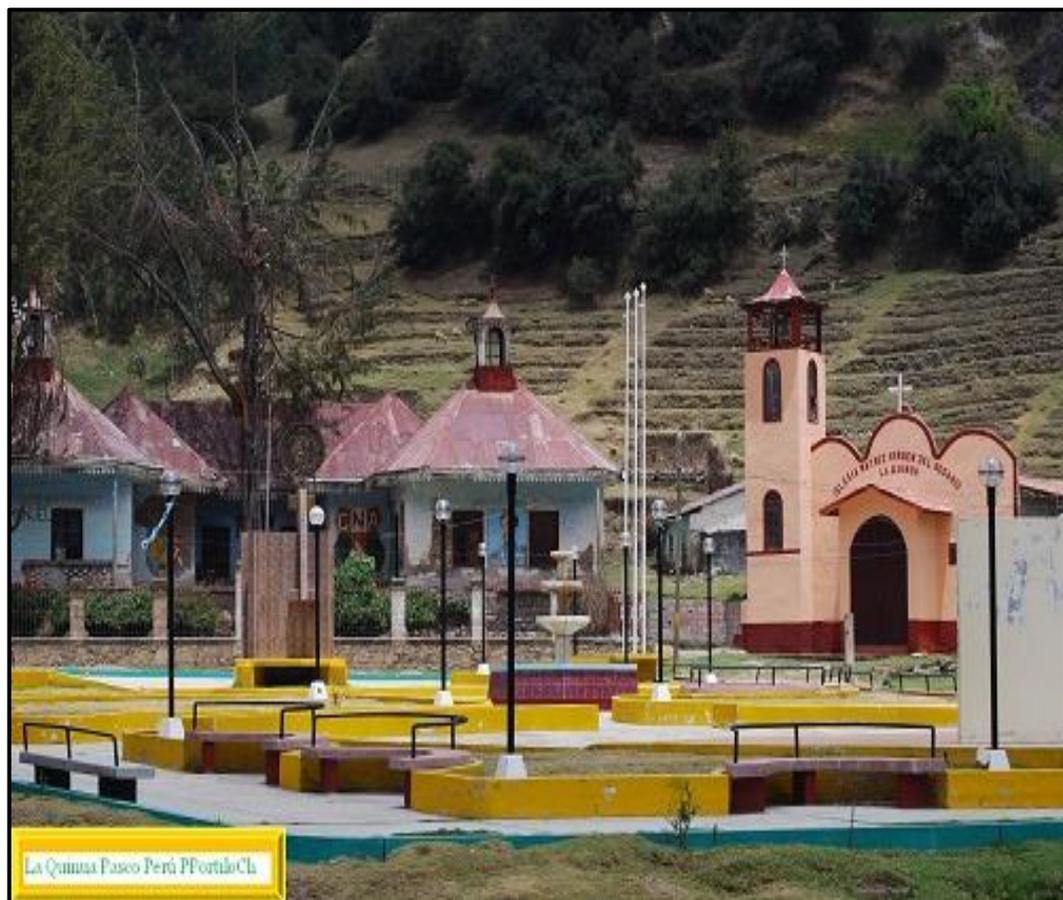
• **Datos de La Quinua**

**Clasificación:** Urbana

**Categoría:** Caserío

Viviendas Aproximadas: 219

### IMAGEN 1. COMUNIDAD DE LA QUINUA - PASCO



**Fuente:** Municipalidad Distrital de Yanacancha - La Quinua - Pasco

### 3.8 RECURSOS

#### 3.8.1 Recursos Materiales

- Lapiceros, lápiz y borrador
- Tablero acrílico para apuntes
- Cuaderno de campo y otros
- Materiales de capacitación

#### 3.8.2 Equipos

- Computadora de última generación Core i7
- Impresora
- Cámara Fotográfica y de video y Otros

**TABLA N° 2**

**MATERIALES A USAR PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PLATA**

<b>MATERIALES</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>	<b>USO</b>
Agua destilada 250 ml	1.5 soles	1.5 soles	Para desarrollar la electrolisis de la plata
2 Monedas de plata	15 soles	30 soles	Componente a descomponer
Conectores en forma de cocodrilo	2 soles	2 soles	Componente eléctrico que ayuda a la electrolisis
Tres baterías 9 voltios	3 soles	9 soles	Componente eléctrico
Un recipiente de boca ancha	1 sol	1 sol	Instrumento donde se realiza la electrolisis
Un recipiente especial para el contenido	5 soles	5 soles	Componente donde se guardara la plata coloidal
<b>SUB TOTAL</b>	<b>S/.39.5</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>S/.197.5</b>		<b>5 Familias Beneficiarias</b>

**COLOIDAL**

**Fuente: Elaboración propia**

**TABLA N° 3**

**MATERIALES A USAR PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA**

<b>MATERIALES</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>	<b>USO</b>
Listón de madera de ½ x 4	25 soles	25 soles	En estructura de los recipientes
2 balde de 25 lt	5 soles	10 soles	Se usó para los contenedores de agua
1 balde de 5lt	6 soles	6 soles	Se usó para el contenido del agua
Tubería de agua 1 pulgada	7.8 soles	7.8 soles	Se usó para el pase del agua de un recipiente a otro
Una válvula	4 soles	4 soles	Sirve para dar paso del agua
Unión universal 2 unidades	4 soles	8 soles	Sirve como filtro de recipiente a recipiente
Adaptadores 8 unidades	1.5 soles	12 soles	Sirve para lograr las conexiones
1 reducción	2.5 soles	2.5 soles	Sirve para pasar del tubo de lluvia a los recipientes
<b>SUB TOTAL</b>	<b>S/.75.30</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>S/.376.50</b>		<b>5 Familias Beneficiarias</b>

**ESTRUCTURA DEL FILTRO**

**Fuente: Elaboración propia**

**TABLA N° 4**

**MATERIALES USADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA VASIJA DE**

<b>MATERIALES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>	<b>USO</b>
Arcilla porosa	05	4 soles	20 soles	Componente con el cual se hizo la vasija
Aserrín	05	2 soles	10 soles	Componente con característica filtrante
Agua	5	1 sol	5 soles	Componerte que ayuda a la maleabilidad
<b>TOTAL</b>		<b>7 soles</b>	<b>35 soles</b>	<b>Materiales utilizados para las 5 familias beneficiarias</b>

**CERÁMICA**

Fuente: Elaboración propia

**TABLA N° 5**

<b>MATERIALES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>	<b>USO</b>
Filtro de maya	05	2 soles	10 soles	Componente filtrante de impurezas mayores de 1mm
Filtro de tela	05	1 sol	5 soles	Componente con característica filtrante
Papel filtro	05	1 sol	5 soles	Componerte filtrante de impurezas
<b>TOTAL</b>		<b>4 soles</b>	<b>20 soles</b>	<b>Materiales para 5 familias</b>

**MATERIALES DE FILTRACIÓN**

Fuente: Elaboración propia

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1 FASE DE ESTUDIO**

El presente estudio de investigación está basado en aplicar un piloto de potabilización del agua de lluvia con filtros cerámicos con plata coloidal en el Centro poblado de La Quinua – Pasco, que previo a esto se realizó una capacitación, seguido de la captación de la muestra, preparación de los equipos y materiales a utilizar y monitoreo antes y después de la aplicación del método ya mencionado.

Los resultados obtenidos del muestreo realizado en el centro poblado de La Quinua - Pasco fueron comparados con la normativa de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y que establecen Disposiciones Complementarias D.S. N° 004-2017-MINAM, de la **Categoría 1:**

poblacional y recreacional, **Subcategoría A:** Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.

**TABLA N° 6**

**SUBCATEGORÍA A: AGUAS SUPERFICIALES DESTINADAS A LA PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE**

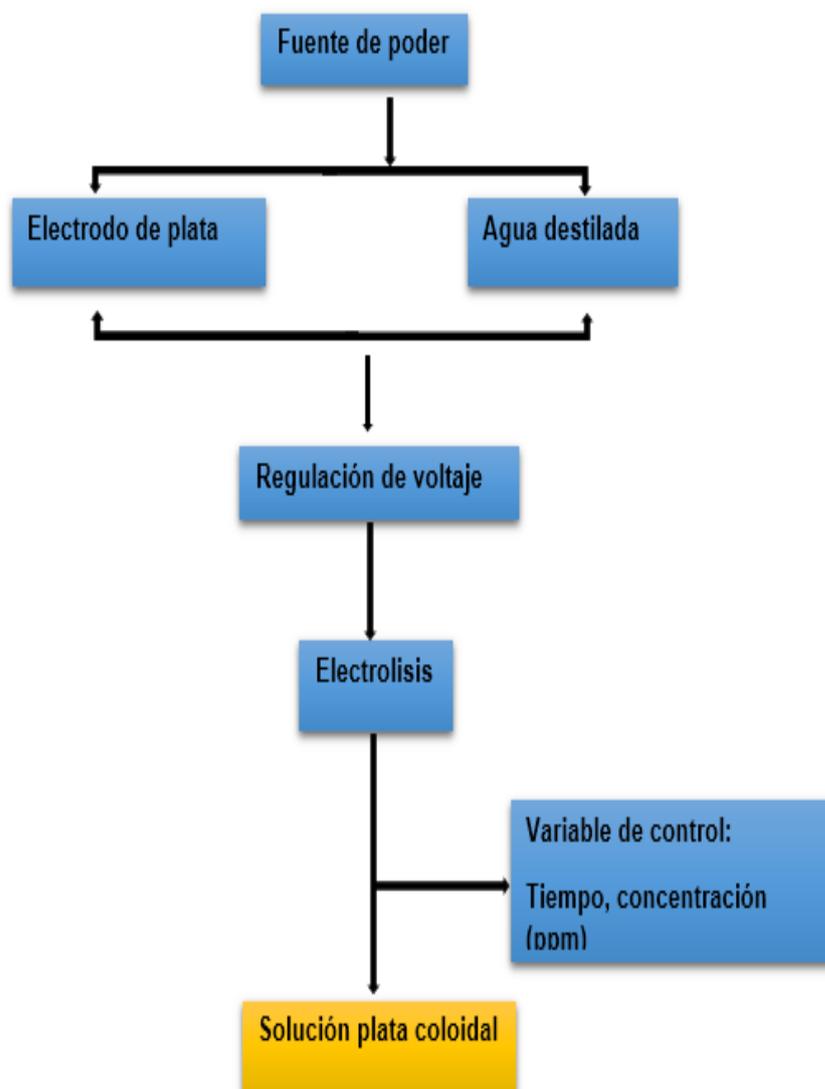
Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5- 9,0	5,5-9,0
Sólidos disueltos totales	mg/L	1000	1000	1500
Sulfatos	mg/L	250	500	“
Temperatura	°C	Δ3	Δ3	“
Turbiedad	UNT	5	100	“
Coliformes totales	NMP/100ml	50	“	“
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	20	2000	20000
Conductividad	(μS/cm)	1500	1600	“

\* El cloro residual no se encuentra en el ECA agua porque el punto monitoreado no es un efluente. El cloro residual se presenta en los LMP.

El presente estudio utilizó como instrumento normativo ambiental para comparar y analizar a la clasificación en la Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A2 agua que pueden ser potabilizadas por tratamiento convencional.

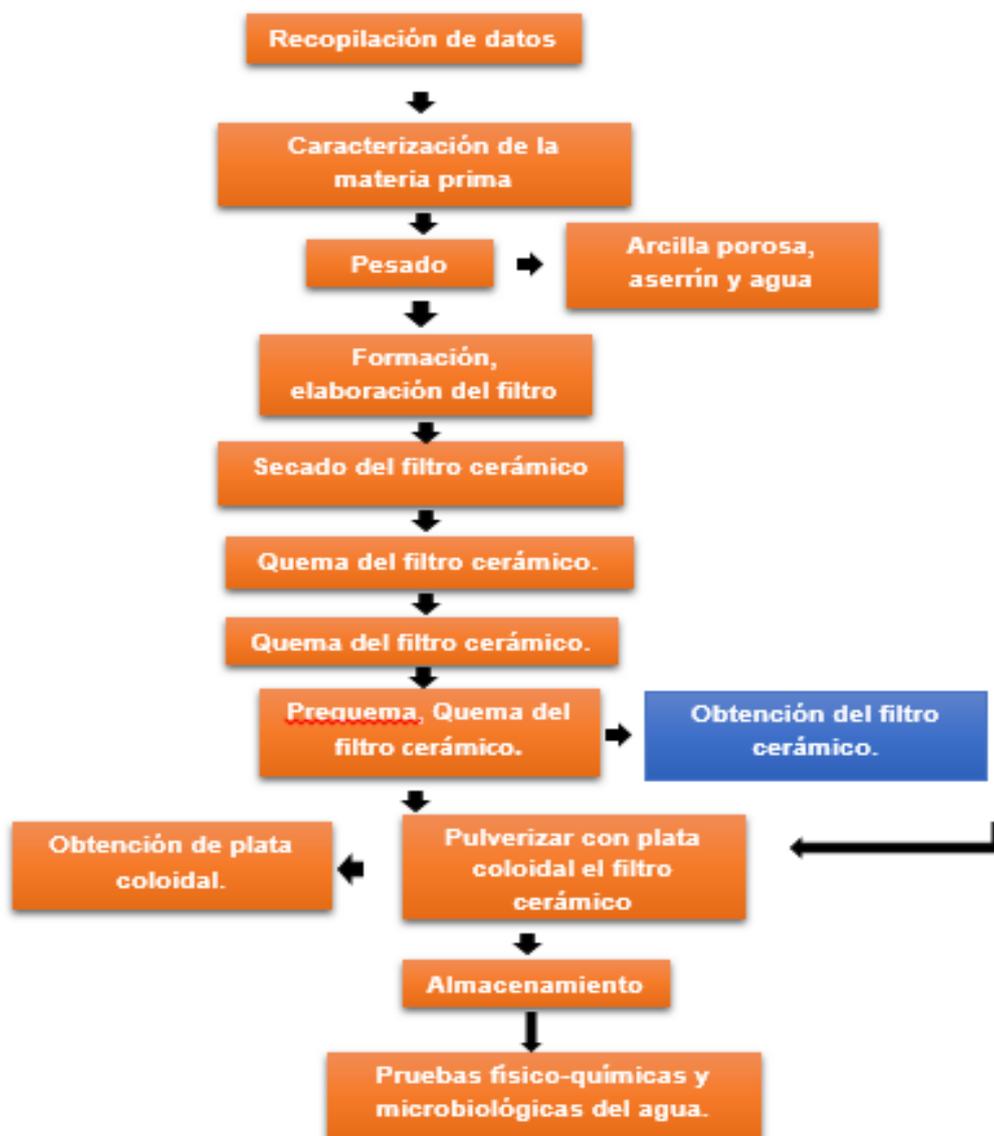
## ESQUEMA N° 1

### DIAGRAMA DE LA ELABORACIÓN DE PLATA COLOIDAL



## ESQUEMA N° 2

### **FABRICACIÓN DEL FILTRO CERÁMICO**



#### **4.1.1 RESULTADOS DE LA CAPACITACIÓN A LOS BENEFICIARIOS SOBRE COMO POTABILIZAR EL AGUA DE LLUVIA POR MEDIO DEL FILTRO CERÁMICO CON PLATA COLOIDAL**

La capacitación fue realizada en el mes de julio en 3 sesiones a los integrantes de las 5 familias beneficiarias a este proyecto piloto, fue realizado en sus propias viviendas, y 1 sesión a la población interesada del centro poblado de la Quinoa – Pasco mucho después de iniciado el piloto (5 familias), que fue realizado en su local comunal con previa coordinación e invitación masiva; los resultados fueron recopilados de un pos test aplicado a la población capacitada. Para dicha capacitación se hizo uso de materiales didácticos como: láminas, videos referentes al tema, maquetas de elaboración del filtro cerámico entre otros materiales. A continuación se presentan los resultados:

Temática de la capacitación impartida:

- **El agua potable:** Que es, importancia del consumo de agua potable o segura, cómo obtener agua potable, beneficios y otros puntos.
- **Potabilización del agua de lluvia por medio del filtro cerámico con plata coloidal:** Que es filtro de agua cerámico, plata coloidal, ventajas, desventajas y beneficios económicos y de salud, como obtener plata coloidal y procedimiento, como elaborar los filtros cerámicos y procedimiento, otros.

**TABLA N° 7**

**NÚMERO DE POBLACIÓN ASISTENTE A LAS CAPACITACIONES**

<b>N°</b>	<b>TIPO DE POBLACIÓN</b>	<b>NÚMERO</b>	<b>NÚMERO DE SESIONES</b>
1	Familias beneficiarias (5)	20	03
2	Población interesada en el tema de la Quinoa	45	01
<b>TOTAL</b>		<b>65</b>	<b>04</b>

Fuente: Elaboración propia

**TABLA N° 8**

**RESULTADOS DEL NIVEL DE CONOCIMIENTO ALCANZADO EN LA CAPACITACIÓN**

<b>TIPO DE POBLACIÓN</b>	<b>NEVEL DE CONOCIMIENTO ALCANZADO</b>			<b>TOTAL</b>
	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>	
1 Familia beneficiaria (5)	05	15	00	20
2 Población interesada	10	30	05	45
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>45</b>	<b>05</b>	<b>65</b>

Fuente: Elaboración propia

#### **4.1.2 APLICACIÓN DEL MÉTODO DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA DE LLUVIA A TRAVÉS DEL FILTRO CERÁMICO CON PLATA COLOIDAL**

Para la ejecución del proyecto de aplicación del método de potabilización del agua de lluvia a través del filtro cerámico con plata coloidal, fue necesario preparar los equipos a utilizar como son la estructura para la filtración, obtención de la plata coloidal, estructura de captación de agua de lluvia y el recipiente de cerámica, todo estas actividades fueron realizadas con los integrantes de cada familia beneficiaria, con la supervisión constante para lograr el buen funcionamiento del método, fue realizado en varias sesiones hasta lograr el producto final, luego de ello se pasó a realizar el control de calidad mediante los monitoreos antes y después de la aplicación del método.

A continuación se presenta los procedimientos a seguir para obtener los equipos necesarios para la aplicación del método mencionado:

#### **“CONSTRUCCIÓN DE VASIJAS CERÁMICAS”**

**1. Se realiza la combinación de la arcilla porosa, aserrín y el agua**



**2. Se amasa la masa de manera uniforme**



**3. Se coloca en el molde para que seque uniforme mente**



**4. Se deja secar a temperatura ambiente**



### “CONSTRUCCIÓN DE PLATA COLOIDAL”

La **plata coloidal** es un coloide compuesto por nano partículas de plata de alta pureza, .999, con una carga eléctrica, que miden entre 5nm a 100nm. Por lo cual se realizó el siguiente procedimiento:

1. Proceso comienza asiendo agarrar con las pinzas en forma de cocodrilo con las monedas de plata
2. Luego se pasa a verter en el recipiente el agua destilada hasta el borde de las monedas (el agua destilada sirve como conductor para que se desarrollar la electrolisis)
3. Luego se conectan los extremos de las pinzas a las baterías para que se desarrolle la electrolisis
4. Se mueve cada 10 minutos la sustancia para obtener una muestra homogénea
5. Las nano partículas de plata se mantienen suspendidas gracias a la carga eléctrica que tienen

6. Luego de una hora se obtiene la plata coloidal de manera que toda la solución toma cierto color





**PLATA COLOIDAL LISTO**

**“PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA FINAL”**

- 1. Primero se acondiciona la canaletas para que sirvan como nuestro receptor de lluvia**



- 2. Luego se nivelo el área para un buen desempeño del proyecto**
- 3. Luego el recipiente se acondicionó en la parte de la tapa la reducción con la válvula de paso**



4. Luego se acondicionó una conexión al segundo recipiente que consta de dos adaptadores y una unión universal



5. En la unión universal se acoplo el filtro de maya conjuntamente con el filtro de tela.
6. En el segundo recipiente se acondicionó la vasija de cerámica conjuntamente con la tela impregnada con la plata coloidal para maximizar la eliminación de microorganismos, como es el fin de este proyecto.



7. Y se roció la plata coloidal obtenida sobre la vasija de cerámica, con la finalidad de eliminar los microorganismos existentes en el agua de lluvia



**8. Se adaptó una conexión del segundo recipiente al tercer y último recipiente**



**9. La segunda conexión consta de 4 adaptadores, dos codos y una unión universal**



**10. La unión universal de esta conexión esta acoplada con un papel filtro**



**11. En el último recipiente se acoplo un sistema de bloqueo de derrame**



**12. Y como último se acopló un dispensador de agua para el consumo**



**13. Resultado final**



**EQUIPOS LISTOS PARA APLICACIÓN DEL PROYECTO**

**IMAGEN N° 2**

**ILUSTRACIÓN PLATA COLOIDAL**



**IMAGEN N° 3**

**ILUSTRACIÓN ESTRUCTURA FINAL**



**IMAGEN N° 4**

**CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA**



**IMAGEN N° 5**

**ILUSTRACIÓN DE LA CERÁMICA FINAL PARA EL PROYECTO**



#### **4.1.3 RESULTADOS DE LABORATORIO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL MÉTODO DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA DE LLUVIA A TRAVÉS DEL FILTRO CERÁMICO CON PLATA COLOIDAL**

##### **“FILTRACIÓN CON VASIJAS”**

- Se realizó las pruebas de infiltración, es decir la medición de la velocidad de filtración por hora. El resultado de esta prueba se presenta en la siguiente tabla.

**TABLA N° 9**

**RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE INFILTRACIÓN A LAS VASIJAS**

<b>FAMILI A</b>	<b>VOLUMEN ADICIONADO (L)</b>	<b>FECHA</b>	<b>HORA DE INICIO</b>	<b>HORA DE TÉRMINO</b>	<b>VOLUMEN O FLUJO FILTRADO</b>	<b>VELOCIDAD DE FILTRACION INICIAL ml/h</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	5	27/07/2018	3:40	4:40	960	1000	Con Plata coloidal 20 ppm
2	5		1:20	2:20	925	1000	Con Plata coloidal 20 ppm
3	5	28/07/2018	10:00	11:00	955	1000	Con Plata coloidal 20 ppm
4	5		3:00	4:00	840	1000	Con Plata coloidal 20 ppm
5	5		6:00	7:00	900	1000	Con Plata coloidal 20 ppm
<b>PROMEDIO</b>					<b>916</b>	<b>1000</b>	

Fuente: Elaboración propia

**TABLA N° 10**  
**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS MONITOREOS DE AGUA DE LLUVIA CON EL FILTRO CERÁMICO CON PLATA COLOIDAL**

PARÁMETROS EVALUADOS	RESULTADO INICIAL PROMEDIO	RESULTADO FINAL PROMEDIO	UNIDADES DE REDUCCIÓN
pH	6,0	6,7	Aumentó
TEMPERATURA	20	20	
CONDUCTIVIDAD A 20°	200	101	Disminuyó
SÓLIDOS TOTALES	120	68	Disminuyó
SÓLIDOS DISUELTOS	436	112	Disminuyó
TURBIDEZ	5,8	2,5	Disminuyó
ALCALINIDAD TOTAL CaCO <sub>2</sub>	30	15	Disminuyó
DUREZA TOTAL	150	80,9	Disminuyó
OXIGENO DISUELTO (O <sub>2</sub> )	3,5	1,2	Disminuyó
<b>NORMATIVA REFERENCIAL:</b>			
<b>“A2”</b>			
Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional			
5,5- 9,0	pH		
1000	Sólidos Disueltos Totales		
500	Sulfatos		
Δ3	Temperatura		
100	Turbiedad		
“	Coliformes Totales		
2000	Coliformes Termotolerantes		
1600	Conductividad		
“	Dureza Total		
≥ 5	Oxígeno disuelto		

Fuente: Bachiller JUAN CARLOS, CORNELIO

**Legenda:** **Resultado inicial:** Monitoreo de agua de lluvia en promedio sin el método de filtro cerámico con plata coloidal. **Resultado Final:** Monitoreo de agua de lluvia en promedio con el método del filtro cerámico con plata coloidal

**TABLA N° 11**

**PORCENTAJES DE REMOCIÓN DE BACTERIAS OBTENIDOS CON EL**  
**SISTEMAS DE FILTRACIÓN DE CERÁMICA CON PLATA COLOIDAL**

<b>MICROORGANÍSMO</b>	<b>FILTRO</b>	<b>% REMOCIÓN</b>	<b>AUTOR</b>
<b>ECHERICHIA COLI</b>	<b>FILTRACIÓN DE CERÁMICA CON PLATA COLOIDAL</b>	<b>99%</b>	<b>Mwabi y colaboradores., 2011</b>
<b>VIBRIO CHOLERAEE</b>	<b>FILTRACIÓN DE CERÁMICA CON PLATA COLOIDAL</b>	<b>100%</b>	<b>Mwabi y colaboradores., 2011</b>
<b>SALMONELLA TYPHIMURIUM</b>	<b>FILTRACIÓN DE CERÁMICA CON PLATA COLOIDAL</b>	<b>99%</b>	<b>Mwabi y colaboradores., 2011</b>
<b>SHIGELLA DYSENTERIAE</b>	<b>FILTRACIÓN DE CERÁMICA CON PLATA COLOIDAL</b>	<b>99%</b>	<b>Mwabi y colaboradores., 2011</b>

**Fuente: Bachiller JUAN CARLOS, CORNELIO/Análisis de laboratorio**

**ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Estos resultados muestran que los filtros de cerámica con plata coloidal permiten mantener la calidad microbiológica del agua de lluvia lo que determina su gran calidad como agua potable y pueden ser utilizados en las comunidades rurales (Clasen et al., 2004).

Los resultados de la evaluación de pH presentaron un aumento del pH con relación de 6 en el pH de entrada o inicio, dando como resultado de 6.7 de pH de salida, aunque el aumento no fue significativo, porque el agua tiende a ser más básica, debido al desprendimiento de material básico de la vasija de cerámica, que se evidenciaron en la prueba piloto.

Los resultados obtenidos durante el experimento determinaron un porcentaje de eliminación de 99% para E. Coli, para el Vibrio Cholerae del 100% pues es el mejor método para eliminar este tipo de microorganismos, así mismo se obtiene un 99% de eliminación de la Salmonella Typhimurium y Shigelle Dysenteria. El coloide de plata es el resultado de un proceso en el que una corriente continua de entre 24 y 30 voltios aplicada a unos electrodos de plata pura produce una suspensión de partículas microscópicas de plata en un recipiente de cristal que contiene agua destilada. Cuando se ingiere ese líquido, estas partículas microscópicas viajan por todo el cuerpo comportándose como el mejor antibiótico que existe pero sin producir ningún efecto secundario, aunque suene increíble, acaba con las bacterias, así como también con los virus y hongos. Sus beneficiosos efectos no se limitan a los seres humanos, también es útil para los animales y las plantas. La presencia de plata coloidal cerca de un virus, hongo, bacteria o cualquier otro organismo unicelular, neutraliza sus enzimas de metabolismo del oxígeno, su pulmón químico por así decir. En algunos minutos, el microorganismo se asfixia, muere y es eliminado del cuerpo por los canales normales, por tanto este compuesto es un gran inhibidor de microorganismos llegando en este caso de actuar en la eliminación de estos microorganismos ya mencionados y que se pudieron demostrar.

Los resultados de la conductividad demostraron presentar al inicio en 200 y después de la aplicación del método se logró disminuir hasta en 101, concerniente a los parámetros de sólidos totales y sólidos disueltos se

logró significativamente la disminución llevándolo a hacer un agua apto para el consumo y de forma segura gracias al filtrado cerámico con plata coloidal, al inicio de la captación del agua de lluvia se observó una turbidez y coloración del agua y con la aplicación del método se logró también disminuir de 5,8 a 2,5 demostrándose su gran efectividad del método.

Según los resultados se demuestra que se logró potabilizar el agua de lluvia a través del método de filtrado cerámico con plata coloidal llevando los valores iniciales a una óptima calidad y purificación del agua de lluvia quedando apto y seguro para el consumo humano.

## **CONCLUSIONES**

El presente estudio llega a las siguientes conclusiones:

- 1.** Los resultados demuestran que los filtros de cerámica con plata coloidal permiten mantener la calidad microbiológica del agua de lluvia lo que determina su gran calidad como agua potable y pueden ser utilizados en las comunidades rurales.
- 2.** La utilización del filtro ha permitido la eliminación de microorganismos, reducido significativamente la turbidez y por la propiedad de adsorción que tienen los caolines y algunas arcillas, muchas veces pueden absorber el arsénico que es tóxico en los humanos.
- 3.** A través del presente trabajo de revisión bibliográfica, se logra concluir que los filtros caseros independiente de su composición, como el poroso impregnado con plata coloidal, eliminan microorganismos por encima del 90%, constituyendo una fuente de tratamiento de agua segura y de bajo costo, siendo una alternativa para mejorar la calidad de vida de las comunidades rurales que no tienen acceso a agua potable.
- 4.** La eficiencia de los sistemas de filtración y la vida útil de los mismos, depende de la regularidad con la que se realizan las actividades de mantenimiento, la cual es muy sencilla, una vez que se observa que la velocidad con que pasa el agua por el material filtrante ha disminuido, debe realizarse las actividades de limpieza indicadas para cada tipo de filtro.

- 5.** En cuanto a la verificación del nivel de eficiencia en el mejoramiento de las características fisicoquímicas, se concluye que los estudios consultados, presentaron una gran variabilidad dependiendo de la sustancia química que se intenta remover. Es decir que cada sistema de filtración evaluado puede ser utilizado dependiendo del tipo de agua a tratar. Para aguas blandas que es este caso el agua de lluvia se recomienda utilizar el filtro cerámico con plata coloidal.
- 6.** A través del desarrollo del presente trabajo se logra identificar la viabilidad económica que posee la implementación de los filtros cerámicos con plata coloidal como técnica individual para la potabilización del agua de lluvia en el sector rural del centro poblado de La Quinoa (frente a otras técnicas más costosas como son los acueductos veredales), ya que su elaboración, operación y mantenimiento son de bajo costo y de fácil acceso y mantenimiento.
- 7.** Los resultados de este estudio son preliminares, pero sugieren que la viabilidad técnica y económica del potencial de aprovechamiento de las aguas lluvias como alternativa para uso doméstico, implica evaluar el aporte en cantidad que pueda captarse en soluciones familiares individuales o colectivas en el centro poblado.
- 8.** En conclusión según los resultados se demuestra que se logró potabilizar el agua de lluvia a través del método de filtrado cerámico con plata coloidal, llevando los valores iniciales a una óptima calidad y purificación del agua de lluvia quedando apto y seguro para el consumo humano.

## **RECOMENDACIONES**

- 1.** Para asegurar la calidad del agua filtrada y evitar su posterior contaminación se puede recurrir a la utilización de cloro, y utilizar envases limpios y con tapa hermética que permita el almacenamiento seguro del agua filtrada.
- 2.** Igualmente a través de la consulta realizada a otros estudios similares, se identifica que la eficacia de cualquier modelo de filtro o método, dependerá en gran medida del grado de capacitación y educación sanitaria que reciban los potenciales usuarios de estos sistemas, para que verdaderamente se logre asegurar la calidad de agua para consumo humano.
- 3.** Si no se tiene recursos económicos para implementar plantas de tratamiento de agua o comprar bidones de agua, opten por este método de potabilización, su aprendizaje y utilización son muy sencillos.
- 4.** El estado Peruano debe articular sus programas y proyectos, y los esfuerzos individuales de las diferentes instituciones que adelantan proyectos y programas encaminadas, a mejorar la calidad de vida de la población rural, como son aumento de la cobertura del agua potable, con el fin de reducir la brecha social y la inequidad que se presenta entre el sector urbano y rural.

- 5.** Para mejorar la calidad de vida de la población rural, y reducir la brecha y la inequidad social que existe entre el sector rural y urbano, el gobierno nacional, departamental y municipal, debe anudar esfuerzos para garantizar el acceso y el aumento de la cobertura de agua potable para la población rural, que ayude a mejorar la calidad de vida de las personas, reduciendo el riesgo que existe de contraer enfermedades transmitidas por el consumo de agua contaminada, reducir los índices de morbilidad y mortalidad especialmente en población vulnerable como niños menores de 5 años y adultos mayores. A su vez se mejora la economía de las familias campesinas, ya que al reducir el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua, se reduce el número de horas que se dejan de laborar por las incapacidades que generan estas enfermedades. Igualmente se reducen los gastos médicos derivados de estas enfermedades.
- 6.** Deben realizarse un estudio exhaustivo que identifique el porcentaje de población rural nucleada y dispersa, con el fin de identificar las necesidades y alternativas para el tratamiento del agua, ya sea a través de soluciones individuales o soluciones colectivas como son el diseño de plantas de tratamiento de agua en el sector rural.
- 7.** Designar mayores recursos al sector rural, para impulsar programas de mejoramiento del agua potable y el saneamiento básico, con la respectiva fiscalización de los recursos con el fin de que estos sean ejecutados de manera honesta y eficiente.

- 8.** Aumentar la participación de la comunidad en la definición de alternativas y soluciones individuales o colectivas, para el tratamiento del agua potable en el sector rural peruano.
- 9.** El método de potabilización por filtros cerámicos con plata coloidal favorece a la economía de los pobladores del centro poblado de la Quinoa – Pasco, por su gran eficacia del método en la zona de estudio, el cual se debería de implementar en toda la comunidad y también en otras comunidades con similar problemática y necesidad.
- 10.** Se recomienda usar la plata coloidal antes de los 6 meses, ya que sus propiedades bactericidas se mantienen óptimas en ese lapso de tiempo.
- 11.** Se puede mejorar este sistema agregando la filtración con rocas y arena fina entre otros métodos de purificación no convencionales.
- 12.** La electrodeposición en la formación de plata coloidal es uno de los métodos más baratos y simples en comparación a síntesis y reacciones con insumos químicos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Banco Interamericano de Desarrollo (2010). ***“Agua potable, saneamiento y los objetivos de desarrollo del milenio en América Latina y el Caribe”***. Washington D.C.: BID.
- Borchardt, J., & Walton, G. (1991). ***“Calidad del Agua”***. New York.
- Carvajal, Lizardo. (1998) ***“Metodología de la Investigación Científica”***. Curso General y Aplicado. 12º- Ed. Cali: F.A.I.D.
- Cirelli AF. ***“Evaluación de la condición del agua para consumo humano en Latinoamérica”***. Sol SAFE WATER. 2005.
- Cartagena Baide, Joysee Mariela, ***“Prueba de la aceptación del filtro de cerámica impregnado con plata coloidal en el barrio El Ocotal de Guinope, Honduras”***, Zamorano, Honduras. Abril, 2001.
- Clasen, T., & Boisson, S. (2006). ***“Filtros de Cerámica para el Hogar para el Tratamiento de Agua para Beber en Respuesta a Desastres: Evaluación de un Programa Piloto en República Dominicana, Práctica y Tecnología del Agua”***. Tomo 1, No. 2, Publicaciones IWA.
- ***“Desafíos para la Ingeniería del Agua”***. (Spanish). Ing y Compet. 2004;6(1)
- DIGESA. (2011). ***“Reglamento de la Calidad de Agua para consumo humano”***. Lima, Perú.
- DIGESA, M. D. (2007).  
[http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/rios/2007/Rio\\_Grande\\_2007.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/rios/2007/Rio_Grande_2007.pdf).
- **Diccionario de términos Medioambientales.**

<http://www.ambientum.com/diccionario/listado/diccionario.asp?letra=a>

- Dr. Rafael Barla Galván **“Glosario ecológico”**  
[http://www.elcastellano.org/glosario\\_ambiental.pdf](http://www.elcastellano.org/glosario_ambiental.pdf)
- **Diccionario Ambiental**  
<http://www.guiaambiental.com.ar/diccionario-ambiental.html>
- **“El Tratamiento del agua con filtros de Cerámica”**  
<https://wikiwater.fr/e22-el-tratamiento-con-filtros-de>
- **“El Perú en el Ranking Latinoamericano: Acceso a los Servicios de Agua Potable y Saneamiento 2010”**. Desarrollo Peruano.  
<http://desarrolloperuano.blogspot.com/2013/07/el-peru-en-el-ranking-latinoamericano.html>.
- Fernández Chiti, J. (2005). **“Filtro Cerámico Condorhuasi: Descontaminante de Aguas”**. Buenos Aires: Condorhuasi.
- Gómez García, M., **“Diccionario de uso del medio ambiente EUNSA”**. Ediciones Universidad de Navarra, S.A. 1ª ed., 1ª imp (03/2009) 432 pág.
- Gutiérrez Pulido, H., & De La Vara Salazar, R. (2008). **“Análisis y Diseño de Experimentos”**.
- Hegewisch, E. M. (2009). **“Agua potable y saneamiento básico en América latina. Un objetivo compartido y alcanzable”**. Boletín económico de ICE, Información Comercial Española, 63-70.
- Ibarra Peñaranda, Nubia Esperanza, **“Análisis de Filtros Caseros como Técnica de Potabilización del Agua en el Sector Rural**

**Colombiano**” Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD abril del 2016.

- Jouravlev, A. (2004). **“Los Servicios de Agua Potable y saneamiento en el Umbral del Siglo XXI”**.
- Mario Tamayo y Tamayo **“El Proceso de la Investigación”**, Limusa Noriega Editores Tercera Edición
- Marco Bersanelli; Mario Gargantini (2006). Sólo el asombro conoce. **“La aventura de la investigación científica”**. Ediciones Encuentro. ISBN 978-84-7490-810-7.
- Milliet AC. **“El agua, recurso único”**.
- Muñoz Chávez, J. A., Muñoz Menese, R., Mancill, P., & Rodríguez Páez, E. (2007). **“Estudio del procesamiento cerámico de las arcillas para potenciar su uso en la elaboración de piezas cerámicas”**. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquía.
- OMS. (2006). **“Guías para la Calidad del Agua Potable”**. Gónova, Suiza: Biblioteca de la OMS.
- OMS. (2008). **“Guías de la OMS para la calidad de agua potable”**.
- OPS. (2008). **“Orientaciones sobre agua y saneamiento”**.
- Óscar E. Ospina-Zúñiga<sup>1</sup>, Hildebrando Ramírez-Arcila<sup>2</sup> **“Evaluación de la calidad del agua de lluvia para su aprovechamiento y uso doméstico en Ibagué, Tolima, Colombia”** Octubre 2014.
- Restrepo Tarquino I. **“Tendencias Mundiales en la Gestión de Recursos Hídricos”**.

- Soriano Ortiz, Fanny Haydeé, **“Eficiencia del filtro de arcilla en la purificación del agua para consumo humano en Cajamarca”**  
Universidad privada del Norte, Cajamarca – Perú 2014
- Tamayo y Tamayo, Mario 1990 2da Edición **“El proceso de la Investigación Científica Fundamentos de Investigación”** México.
- Vidal Henao, Sandra Marcela, **“Evaluación de la efectividad del filtro a base de arcilla y plata coloidal, en la potabilización de agua, medida por pruebas fisicoquímicas y microbiológicas”** Universidad Tecnológica de Pereira 2010.
- Wilfredo Momoy **“Elaboración de Protocolo de Investigación”**; 3ra Edición, Lima. Perú - 2001.
- Zorrilla Arena, Santiago (2007). **“Introducción a la metodología de la investigación”**. México Océano: Aguilar, León y Cal1988.
- Páginas de internet:  
<https://esdesalud.wordpress.com/2009/05/29/plata-coloidal/>  
<http://www.bvsde.paho.org/texcom/desastres/coltasas/cap1.pdf>  
[https://www.ecured.cu/Dureza\\_del\\_agua](https://www.ecured.cu/Dureza_del_agua)

# ***ANEXOS***

**ANEXO N° 01**  
**MAPA DE PASCO**



**ANEXO N° 2**  
**MAPA DE LA QUINUA - PASCO**



ANEXO N° 3

PANEL FOTOGRÁFICO



**Armado de la estructura, y el filtro de malla.**



**Cernido de arcilla para la elaboración de la vasija de cerámica.**



**Elaboración de la vasija de cerámica.**



**Instalación del caño.**

### **Preparación de la estructura final**



**Síntesis de la plata coloidal.**



**Obtención de la plata coloidal.**





**Colocando el Filtro  
cerámico en el recipiente.**





**Preparando la estructura y la zona para colocar el equipo de filtración**

## ANEXO Nº 4

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

#### **“POTABILIZACIÓN DEL AGUA DE LLUVIA A TRAVÉS DEL FILTRO CERÁMICO CON PLATA COLOIDAL, PARA FAVORECER A LA ECONOMÍA DE LOS POBLADORES DEL CENTRO POBLADO DE LA QUINUA PASCO 2018”**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES
<p><b>GENERAL:</b> ¿Será viable y efectivo la potabilización del agua de lluvia a través del filtro cerámico con plata coloidal, para favorecer la economía de los pobladores del Centro Poblado de La Quinoa – Pasco?</p> <p><b>ESPECIFICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo potabilizar el agua de lluvia a través del filtro cerámico con plata coloidal en el centro poblado de La Quinoa - Pasco?</li> <li>• ¿La potabilización del agua de lluvia a través del filtro cerámico y plata coloidal, favorecerá la economía de los pobladores del centro poblado de</li> </ul>	<p><b>GENERAL:</b> Identificar y determinar el grado de viabilidad y efectividad de la potabilización del agua de lluvia a través del filtro cerámico con plata coloidal, para favorecer la economía de los pobladores del Centro Poblado de La Quinoa – Pasco.</p> <p><b>ESPECIFICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar y aplicar la potabilización del agua de lluvia a través del filtro cerámico con plata coloidal en el centro poblado de La Quinoa – Pasco.</li> <li>• Demostrar que la potabilización del agua de lluvia a través del filtro</li> </ul>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL:</b> El filtro cerámico con plata coloidal constituye una opción viable desde el punto de vista económico, para el tratamiento del agua de lluvia en el sector rural del centro poblado de La Quinoa - Pasco, con un alto nivel de efectividad y viabilidad en la potabilización del agua de lluvia.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:</b>• El implementar y aplicar el método de potabilización del agua de lluvia a través del filtro cerámico con plata coloidal en el centro poblado de La Quinoa – Pasco es bueno y muy beneficioso.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La potabilización del agua de lluvia a</li> </ul>	<p><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b> Para favorecer a la economía de los pobladores del centro poblado de La Quinoa – Pasco.</p> <p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> Potabilización del agua de lluvia a través del Filtro Cerámico con Plata Coloidal.</p> <p><b>INDICADORES</b></p> <p><b>De la variable Dependiente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Favorece a la economía</li> <li>- Favorece a estilos de vida saludables</li> </ul> <p><b>De la Variable Independiente</b></p>

<p>la Quinua – Pasco?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué grado de efectividad alcanzará la potabilización del agua de lluvia a través del filtro cerámico con plata coloidal, en la comunidad del Centro Poblado de La Quinua – Pasco?</li> <li>• ¿Cómo promover el consumo de agua potable en la comunidad del centro poblado de La Quinua – Pasco?</li> <li>• ¿Cuáles son las ventajas y desventajas encontradas por los beneficiarios en el uso del método del filtro cerámico con plata coloidal?</li> </ul>	<p>cerámico y plata coloidal, favorecerá la economía de los pobladores del centro poblado de la Quinua – Pasco.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar y determinar el grado de efectividad de la potabilización del agua de lluvia a través del filtro cerámico con plata coloidal, en la comunidad del Centro Poblado de La Quinua – Pasco.</li> <li>• Promover el consumo de agua potable en la comunidad del centro poblado de La Quinua – Pasco.</li> <li>• Establecer las ventajas y desventajas encontradas por los beneficiarios en el uso del método del filtro cerámico con plata coloidal.</li> </ul>	<p>través del filtro cerámico y plata coloidal, favorecerá la economía de los pobladores del centro poblado de la Quinua – Pasco.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El grado de efectividad de la potabilización del agua de lluvia a través del filtro cerámico con plata coloidal, en la comunidad del Centro Poblado de La Quinua – Pasco es del 90 a 100% de efectivo.</li> <li>• El promover el consumo de agua potable en la comunidad del centro poblado de La Quinua – Pasco, cambiara en los pobladores los estilos de vida más saludables.</li> <li>• Las ventajas y desventajas encontradas por los beneficiarios en el uso del método del filtro cerámico con plata coloidal, fortalecerá el procedimiento y técnica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grado de viabilidad y efectividad</li> <li>- Es bueno y beneficioso</li> </ul>
---	--	---	---

**BACHILLER: JUAN CARLOS, CORNELIO ESPINOZA**