



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

“Eficiencia de filtros a diferentes concentraciones tipo 1 y 2 de arcilla, aserrín y plata coloidal en aguas del canal de regadío Chuquitanta para recuperar agua categoría 3”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA AMBIENTAL**

**AUTORA:**

Mayhua Tintaya, Yudi Noymi

**ASESOR:**

Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA – PERÚ

2017- II

## **PÁGINA DEL JURADO**

---

**Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales**  
**Presidente**

---

**Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio**  
**Secretario**

---

**Dr. Alcántara Boza Francisco Alejandro**  
**Vocal**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo es dedicado a mi madre quien me enseñó que la perseverancia es el único camino para alcanzar nuestras metas, además de su apoyo incondicional en todo momento, a mi familia y a las personas que confiaron en mi siempre y que directa o indirectamente contribuyeron a la realización de mi más grande meta.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Particular César Vallejo, por estos cinco años de enseñanza mediante la plana profesional de la escuela profesional de la carrera de ingeniería ambiental los cuales instruyeron, guiaron y enseñaron sus conocimientos durante los ciclos académicos para formar profesionales que les apasione la carrera elegida y personas útiles a la sociedad comprometidos con el cuidado del ambiente.

Al Dr. Ordoñez Gálvez Juan Julio, asesor del desarrollo de investigación, por sus enseñanzas impartidas, la dedicación y el compromiso mostrado para con sus asesorados, y ser guía en la elaboración del trabajo de investigación para alcanzar la meta propuesta.

Al Ing. Mendoza Apolaya Luis, que en base a sus experiencias laborales fue guía clave en el desarrollo de las pruebas realizadas en el laboratorio que dirige.

A mis padres y hermanos que hicieron posible que pueda cumplir una de mis grandes metas con su apoyo incondicional y todo el amor que me brindan para seguir adelante.

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Yudi Noymi Mayhua Tintaya, con DNI N°46846498, en cumplimiento con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, de la Facultad de Ingeniería de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación brindada descrita en la investigación es veraz y auténtica.

Asimismo, declaro bajo juramento que todos los datos que se describen en el desarrollo de la investigación son producto de las investigaciones propias, basadas en los antecedentes y las experimentaciones realizadas por diferentes autores referentes al tema, que se han ido gradualmente experimentando para obtener datos a lo largo de su ejecución.

Por lo consiguiente, asumo toda responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión de documentos al igual que información que pueda ser útil para investigaciones posteriores, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 13 de diciembre del 2017

---

Yudi Noymi Mayhua Tintaya  
DNI N°46846498

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del jurado:

Presento ante ustedes la tesis titulada: “Eficiencia de filtros a diferentes concentraciones tipo 1 y 2 de arcilla, aserrín y plata coloidal en aguas del canal de regadío Chuquitanta para recuperar agua categoría 3” en cumplimiento al reglamento de grados y títulos de la Universidad César Vallejo siendo requerido para obtener el grado de Ingeniera Ambiental, la cual someto a vuestra consideración esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

La Autora

## ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO .....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	iv
PRESENTACIÓN.....	v
RESUMEN .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	3
1.2. TRABAJOS PREVIOS .....	5
1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA .....	18
1.3.1. Filtración.....	18
1.3.2. Filtros de arcilla, aserrín y plata coloidal .....	19
1.3.3. Arcilla .....	20
1.3.4. Aserrín.....	21
1.3.5. Plata coloidal.....	21
1.3.6. Eficiencia del filtro .....	23
1.3.6.1. Filtro tipo 1 .....	23
1.3.6.2. Filtro tipo 2 .....	23
1.3.7. Aguas residuales industriales.....	24
1.3.8. Categoría de agua 3.....	24
1.3.9. Parámetros fisicoquímicos .....	24
1.3.9.1. Temperatura.....	25
1.3.9.2. Potencial de hidrogeno (pH).....	25
1.3.9.3. Conductividad eléctrica .....	25
1.3.9.4. Sólidos totales.....	26

1.3.9.5. Turbidez .....	26
1.3.9.6. Oxígeno disuelto .....	27
1.3.9.7. Demanda química de oxígeno (DQO) .....	27
1.3.9.8. Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO5) .....	28
1.3.10. Parámetros inorgánicos .....	29
1.3.10.1. Cobre .....	29
1.3.10.2. Plomo .....	29
1.3.10.3. Cadmio .....	29
1.3.10.4. Zinc .....	29
1.3.10.5. Manganeseo .....	30
1.3.10.6. Hierro .....	30
1.3.10.7. Arsénico .....	30
1.3.11. Parámetros microbiológicos .....	30
1.3.11.1. Coliformes Totales .....	31
1.3.12. Marco legal.....	31
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	32
1.4.1. Problema general.....	32
1.4.2. Problemas específicos .....	32
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO .....	32
1.6. HIPÓTESIS .....	36
1.6.1. Hipótesis general.....	36
1.6.2. Hipótesis específicas.....	36
1.7. OBJETIVOS .....	37
1.7.1. General .....	37
1.7.2. Específicos.....	37
II. MÉTODO .....	38
2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	39



2.1.1. Tipo de estudio.....	39
2.1.2. Diseño del estudio.....	39
2.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE.....	39
2.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO.....	41
2.3.1. Población.....	41
2.3.2. Muestra.....	41
2.3.3. Muestreo.....	41
2.4. TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.....	42
2.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	42
2.4.2. Validación.....	44
2.4.3. Confiabilidad.....	44
2.5. ETAPAS DEL DESARROLLO DE LA ELABORACIÓN DE LOS FILTROS.....	45
2.5.1. Ubicación de la zona de muestra y medición de parámetros in situ.....	45
2.5.1.1. Ubicación de los puntos de muestreo.....	45
2.5.1.2. Medición de parámetros.....	47
2.5.2. Descripción y obtención de materias primas para elaborar filtros.....	48
2.5.2.1. Componente arcilla.....	48
2.5.2.2. Componente aserrín.....	50
2.5.2.3. Plata coloidal.....	51
2.5.3. Elaboración y composición de los filtros.....	52
2.5.3.1. Elaboración del diseño del filtro.....	52
2.5.3.2. Composición de los filtros.....	54
2.5.4. Pruebas de flujo de filtración.....	55
2.5.5. Medición de parámetros en agua provenientes de los filtros en el laboratorio.....	56
2.5.5.1. Medición de Oxígeno disuelto (OD).....	56

2.5.5.2. Medición de la Demanda química de oxígeno (DQO) .....	57
2.5.5.3. Medición de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5).....	58
2.6. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	59
III. RESULTADOS .....	61
3.1. RESULTADOS DEL FLUJO DE FILTRACIÓN .....	62
3.1.1. Resultados del análisis de varianza (ANOVA) para flujo de filtración .	62
3.2 RESULTADOS DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS .....	64
3.3. RESULTADOS DE TURBIDEZ.....	66
3.4. RESULTADOS DE COLIFORMES TOTALES.....	68
3.4.1. Resultados de Análisis de varianza (ANOVA) para Coliformes .....	69
3.5. RESULTADOS DE PARAMETROS INORGÁNICOS .....	71
IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	73
V. CONCLUSIONES .....	74
VI. RECOMENDACIONES.....	75
VII. REFERENCIAS .....	77
7.1. BIBLIOGRAFÍA .....	78
VI. ANEXOS.....	86
ANEXO N°1: Ficha técnica de recopilación de información .....	87
ANEXO N°2: Ficha técnica de composición del filtro .....	88
ANEXO N°3: Ficha técnica del filtro - componente arcilla.....	89
ANEXO N°4: Ficha técnica del flujo del filtro.....	90
ANEXO N°5: Ficha técnica de recopilación de información después del uso del filtro .....	91
ANEXO N°6: Matriz de consistencia .....	92
ANEXO N°7: Validación de instrumentos.....	93
ANEXO N°8: Monitoreo de agua en canal de regadío de Chuquitanta .....	100
ANEXO N°9: Tratamiento del aserrín.....	103

ANEXO N°10: Tratamiento de la arcilla .....	106
ANEXO N°11: Panel fotográfico.....	108
ANEXO N°12: Resultados de análisis de laboratorio para parámetros inorgánicos en agua.....	116
ANEXO N°13: Resultados de análisis de laboratorio de Cadmio en aserrín... ..	117
.....	117
ANEXO N°14: Resultados de análisis granulométrico en arcilla.....	118

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°1: Acción de los poros del filtro .....	6
FIGURA N°2: Mecanismo de funcionamiento del filtrón .....	9
FIGURA N°3: Ubicación del área de estudio.....	47
FIGURA N°4: Medición de parámetros in situ .....	48
FIGURA N°5: Método del cuarteo .....	49
FIGURA N°6: Lavado y secado del aserrín .....	50
FIGURA N°7: Obtención de la plata coloidal.....	52
FIGURA N°8: Diseño de filtros .....	53
FIGURA N°9: Modelos de filtros en yeso .....	53
FIGURA N°10: Formación de poros en el filtro .....	55
FIGURA N°11: Titulación para Oxígeno disuelto.....	56
FIGURA N°12: Manejo del turbidímetro .....	59
FIGURA N°13: Figura de líneas para flujo de filtración .....	64
FIGURA N°14: Figura de líneas para la turbidez.....	68
FIGURA N°15: Figura de líneas de Coliformes .....	71
FIGURA N°16: Comparación de los resultados para parámetros inorgánicos .....	73
FIGURA N°17: Ubicación de la zona de muestreo con GPS .....	100
FIGURA N°18: Muestreo de agua en el canal de regadío de Chuquitanta .....	100
FIGURA N°19: Medición de parámetros in Situ.....	101
FIGURA N°20: Medición de parámetros en laboratorio.....	101
FIGURA N°21 : Envases con agua contaminada del canal de regadío Chuquitanta .....	102
FIGURA N°22: Lavado del aserrín .....	103
FIGURA N°23: Remojo del aserrín.....	103
FIGURA N°24: Secado del aserrín.....	103
FIGURA N°25: Remoción y homogenización del aserrín .....	104
FIGURA N°26: Tamizado con malla # 400.....	104
FIGURA N°27: Tamizado con malla #325 .....	104
FIGURA N°28: Pesaje del aserrín .....	105
FIGURA N°29: Depósitos de arcilla.....	106
FIGURA N°30: Homogenización de arcilla para análisis de cadmio .....	106

FIGURA N°31: Preparación de la arcilla para hacer moldes .....	107
FIGURA N°32: Prueba de elasticidad de la arcilla .....	107
FIGURA N°33: Prueba de laboratorio para arcilla .....	107
FIGURA N°34: Canal de regadío y áreas de cultivo del Fundo Chuquitanta en SMP .....	108
FIGURA N°35 : Materias primas para elaboración de filtros .....	108
FIGURA N°36: Ruptura de filtros hechos en moldes de acero .....	109
FIGURA N°37: Prueba de resistencia bajo agua de los filtros .....	109
FIGURA N°38: Aplicación de plata coloidal al filtro .....	110
FIGURA N°39: Prueba de flujo de filtración de filtros .....	110
FIGURA N°40: Secado natural de filtros a temperatura ambiente .....	111
FIGURA N°41: Disposición de filtros .....	111
FIGURA N°42: Filtración de la plata coloidal.....	111
FIGURA N°43: Medición de solidos totales disueltos en plata coloidal .....	112
FIGURA N°44: Horno para secar los filtros .....	112
FIGURA N°45: Procedimiento para determinación de DQO .....	112
FIGURA N°46: Procedimientos para determinación de Oxígeno disuelto (OD) .	113
FIGURA N°47: Medición de parámetros químicos con multiparámetro.....	113
FIGURA N°48: Medición de parámetros físicos (pH, temperatura) .....	114
FIGURA N°49: Preparación de medios de cultivo para examen microbiológico	114
FIGURA N°50: Lectura de placas para ver crecimiento bacteriano.....	114
FIGURA N°51: Procedimientos para determinación de turbidez en el agua .....	115

## INDICE DE TABLAS

TABLA N°1: Comparación de huella de cambio climático del Ecofiltro con agua embotellada y agua hervida. ....	7
TABLA N°2: Comparación del filtrón con otras alternativas para adquirir agua potable .....	34
TABLA N°3: Operacionalización de variables .....	40
TABLA N°4: Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	43
TABLA N°5: Coordenadas UTM de los puntos de monitoreo.....	46
TABLA N°6: Composición de los filtros tipo 1 y tipo 2 .....	54
TABLA N°7: Flujo de filtración de filtro tipo 1 y tipo 2.....	55
TABLA N°8: Cálculos para determinar Oxígeno disuelto por el método Winkler. ....	57
TABLA N°9: Cálculos para determinar Demanda Química de Oxígeno DQO .....	58
TABLA N°10: Resultados del flujo de filtración de los filtros .....	62
TABLA N°11: Análisis de varianza (ANOVA) para flujo de filtración .....	62
TABLA N°12: Estadístico F para flujo de filtración .....	63
TABLA N°13: Comparaciones múltiples para flujo de filtración .....	63
TABLA N°14: Resultados de parámetros Fisicoquímicos .....	65
TABLA N°15: Resultados de turbidez .....	66
TABLA N°16: Estadístico F para resultado de turbidez.....	67
TABLA N°17: Comparaciones múltiples para la turbidez .....	67
TABLA N°18: Resultados de Coliformes .....	68
TABLA N°19: Análisis de varianza (ANOVA) para Coliformes .....	69
TABLA N°20: Prueba ANOVA para Coliformes totales .....	69
TABLA N°21: Comparaciones múltiples para Coliformes.....	70
TABLA N°22: Resultados de la medición de parámetros inorgánicos.....	72

## RESUMEN

Las aguas del canal de regadío de Chuquitanta vienen siendo contaminadas por los propios pobladores que ocupan parte de la franja del canal, convirtiéndolo en pasivos ambientales donde desembocan tuberías de desagüe, lugar donde se quema basura y centros de acopio de residuos sólidos informales, entre otros.

El fundo Chuquitanta ubicado en el distrito de San Martín de Porres, abastece de productos para el consumo humano a mercados de Lima Norte, los cuales vienen utilizando para su riego aguas contaminadas debido a las actividades que los pobladores realizan en el canal de riego de Chuquitanta, contaminándola con metales, Coliformes totales, entre otros; siendo un peligro el consumo de estos productos ya que pone en riesgo la salud pública y el ambiente.

La presente tesis se basa en evaluar la eficiencia de filtros para la recuperación de agua que a diferencia de otros métodos, esta es de bajo costo y sin empleo de tecnología a gran escala ya que se necesita sólo de materiales que son de fácil acceso como el aserrín, la arcilla y plata coloidal obtenida por electrolisis, que en una concentración de 80% con 20% de arcilla y aserrín respectivamente más la aplicación de plata coloidal a 25.6 ppm genera excelentes resultados en la recuperación de aguas del canal de regadío de Chuquitanta, reduciendo a gran escala la turbidez, DQO, DBO5, metales como Cd, Mn y Coliformes totales los cuales son parámetros que evalúan la calidad del agua para categoría 3.

Finalmente, los filtros logran recuperar aguas contaminadas la cual se podrían aplicar en otros sectores donde requieran aguas recuperadas para sus procesos como mecanismos de producción ecoeficiente.

**Palabras claves: Agua categoría 3, eficiencia de filtros, filtros de arcilla, aserrín y plata coloidal.**

## ABSTRACT

The waters of the irrigation channel of Chuquitanta are being contaminated by the inhabitants that occupy part of the fringe of the irrigation channel, converting it into environmental liabilities where the drainage pipes end, where the garbage is burned and informal centers of solid waste collection, among others.

The Chuquitanta farm is located in the district of San Martín de Porres, supplies products for human consumption to markets in Lima Norte, which have been using contaminated water for their irrigation due to the activities that the residents carry out in the irrigation channel of Chuquitanta, contaminating it with metals, total coliforms, among others; being a danger the consumption of these products since it puts in risk the public health and the environment.

This thesis is based on evaluating the efficiency of filters for water recovery which unlike other methods, is inexpensive and without don't use large-scale technology, since only materials that are easy to access are needed as sawdust, clay and colloidal silver obtained by electrolysis, which concentration is 80% with 20% clay and sawdust respectively plus the application of colloidal silver at 25.6 ppm generating excellent results in the recovery of water from the irrigation channel of Chuquitanta these also reduce the parameters on a large scale, such as: turbidity, DQO, DBO5, metals among them we have Cd, Mn and the total Coliforms which are parameters that evaluate the quality of water for category 3.

Finally, the filters manage to recover contaminated water which could be applied in other sectors where these waters are required for their processes as eco-efficient production mechanisms.

**Key words: Category 3 water, Efficiency of filters, Clay filters, sawdust and colloidal silver**



## **I. INTRODUCCIÓN**

Actualmente en nuestra sociedad se vive la crisis del agua, todo esto producto del cambio climático que ha puesto en manifiesto los impactos negativos que se desencadenan en el planeta por no tener buenas prácticas ambientales, no aplicar producción más limpia ni ecoeficiencia, los cuales permitan minimizar impactos como la crisis del agua.

En muchos casos todos los trabajos para tratamientos de aguas residuales y la recuperación de las mismas están enfocados en ciertos sectores, dejando de lado al sector productivo como es la agricultura.

Según RPP (2017) se evidencio uno de los fenómenos que nuestro país fue sometido como El Niño costero, que cobro varias víctimas y perdidas en distintas partes del Perú, afectando más la zona norte, por lo que se restringió el servicio de agua potable en toda la capital.

El sector agrícola hace consumo de grandes cantidades de agua dulce a nivel mundial siendo un promedio del 70% de los recursos hídricos. (FAO, 2017).

En los mercados de Lima norte a diario ofrecen productos de primera necesidad, y son los pobladores de la zona que adquieren estos productos sin tener conocimiento del riesgo que provocan consumir alimentos que han sido regados con aguas altamente contaminados lo cual afecta a la salud humana por las concentraciones de tóxicos que puedan presentar y que estas a su vez se almacenan en el organismo, creando una situación de alarma lo cual incrementa la tasa de morbilidad principalmente en niños por infecciones gastrointestinales de origen infeccioso. (MINSa, 2014).

En la presente tesis de eficiencia de filtros a base de arcilla, aserrín y plata coloidal se describen diversas concentraciones de estos componentes lo cual permitirá recuperar las aguas que provienen del canal de regadío de Chuquitanta y esto se debe a que los filtros en diversos países en vías de desarrollo y que han presentado la misma problemática han dado buenos resultados para potabilizar el agua.

Asimismo en nuestro país se trabaja con tecnología denominada nanotecnología desarrollándose en la Universidad de Ingeniería (UNI), la cual emplean nano partículas de plata que actúan como bactericida, estas adicionadas a otros elementos hacen posible que el filtro pueda depurar los contaminantes presentes en el agua (La República, 2010), por ello la elaboración de plata coloidal por electrolisis la cual permitirá generar partículas de plata que eliminen los microorganismos presentes en la muestra que se obtiene.

Finalmente, este trabajo de investigación describe la problemática, los objetivos, hipótesis y la información que justifica la elaboración del estudio que se experimenta y que se propone como alternativa frente a la contaminación de aguas ya que actualmente recuperar aguas contaminadas es uno de los retos importantes a nivel mundial.

## **1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA**

El Perú es uno de los países que desde años se dedica al sector productivo como es la agricultura, actividad cuya demanda de volúmenes de agua dulce son considerables a nivel mundial en un 70% (ONU) y en nuestro país se estima que un 85.74% es destinado al sector agrícola en comparación al 1.09% del sector minero, seguido de las descargas de desagüe a las aguas superficiales en 960.5 MMC anual de las cuales el 64% representa al de las domésticas. (MINAGRI, 2015).

El fundo de Chuquitanta se ubica en el distrito de San Martín de Porres, lugar donde antes de su urbanización se encontraban grandes hectáreas de cultivo, pero con las invasiones, instalación de criaderos de cerdos y otras actividades llegaron a saturar los espacios libres convirtiéndolos en asentamientos humanos, los cuales no cuentan en su totalidad con servicios básicos de agua y alcantarillado. El aumento de la población requiere mayores demandas de alimentos, dando poco interés el tipo de agua empleada para el riego de los cultivos la cual viene siendo poco segura. El agua que se emplea para el riego

de los cultivos del fundo Chuquitanta están altamente contaminadas con desechos que los mismos pobladores arrojan al canal de regadío y de las actividades que se realizan en esta zona siendo la principal causa de enfermedades.

Las descargas de agua residuales representan en Lima y Callao un 18.33 m<sup>3</sup> /s, siendo creciente las tasas de morbilidad y mortalidad a causa de enfermedades infecciosas en niños debido al incremento de la contaminación en los cuerpos de agua naturales por desagües domésticos, las cuales son utilizados en el riego clandestino de áreas de cultivos lo que genera que se proliferen las enfermedades. (MINAGRI, 2015).

El agua del canal de regadío de Chuquitanta, por años viene siendo contaminada por los propios pobladores convirtiéndola en pasivos ambientales o desagües clandestinos. El canal de Chuquitanta abastece de agua al fundo donde es una zona de cultivos de hortalizas cuyos productos abastecen los mercados de la localidad y los de Lima norte siendo altamente focos infecciosos poniendo en peligro latente la salud pública.

El recurso hídrico es el insumo imprescindible para la agricultura, actualmente disponer de agua segura para riego de manera regular constituye en muchas partes del mundo un problema para los agricultores, sus organizaciones y los gobiernos respectivos, por ello las autoridades pertinentes deben centrarse en una buena gestión para dar opciones de cambio, así como el tratamiento de aguas contaminadas para poder recuperarlas convirtiéndola en apta para agua de riego. (MINAGRI, 2015).

En nuestro país existen organizaciones de riego, como las Comisiones de Regantes (CR) y las Juntas de Usuarios (JU), las que gobiernan el uso del agua para fines agrícolas, en la intención de mejorar y modernizar las fuentes de riego, siempre existe aún un déficit en el cumplimiento de sus objetivos y ello debido a que la informalidad predomina en muchas de los agricultores.

Es en el canal de regadío de Chuquitanta donde alberga varios asentamientos humanos cuyos pobladores son los generadores de la contaminación de estas aguas provenientes del río Chillón, además de la manera indiscriminada que los agricultores practican, empleando aguas contaminadas para el riego de sus cultivos sin ninguna sanción por parte de las autoridades competentes, convirtiéndose en una problemática latente que debe tomar interés de las autoridades. Por tal motivo en el presente trabajo de investigación se propone el uso de filtros que permitan recuperar este tipo de aguas sin demandar grandes costos y de sencilla elaboración.

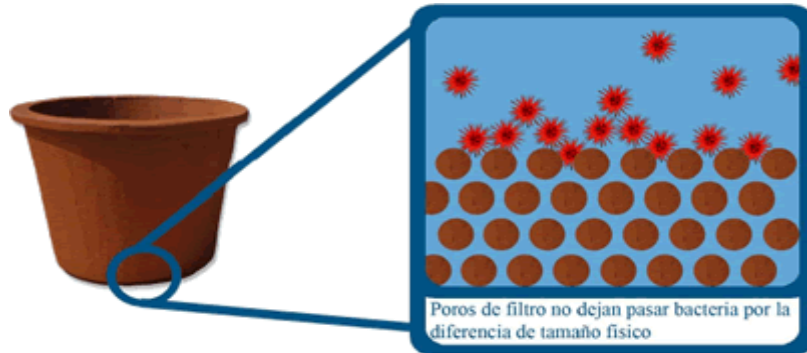
## **1.2. TRABAJOS PREVIOS**

Hace varios siglos se han empleado cantidad y variedad de métodos naturales que se usan de forma rudimentaria para consumir agua de mayor calidad a pesar de su procedencia con contenidos de diversas cantidades de contaminantes que en su mayoría son altamente peligrosos para la salud del ser humano, actualmente han estado mejorando incorporando más elementos que no solo elimine microorganismos sino pueda también eliminar metales, pesticidas entre otros y que estas no pierdan el estado natural que posee el agua para ser consumida o utilizada en otra actividad como limpieza, riego entre otros.

El primer proyecto se realiza viendo la situación por la que se encontraban las comunidades rurales de América latina respecto a la tasa de enfermedades y muertes por consumir agua no potable. Este proyecto se llevó a cabo en el año 1981 por el Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI), desarrollado por el guatemalteco Ing. José Fernando Mazariegos Anleu, quien fue el inventor del primer filtro artesanal cerámico que lo denominó Ecofiltro.

El Ecofiltro está compuesto principalmente con barro, aserrín y plata coloidal, el primero usado por la porosidad que presenta pues atrapa a las bacterias mediante sus finos poros, estos son menores al tamaño de una bacteria como se observa en la Figura N°1, el segundo elimina el olor, sabor y turbidez ya que al

quemarse se convierte en carbón activado y finalmente la plata coloidal que actúa como bactericida eliminando a las bacterias que quedan en el filtro y brinda una segunda protección.







Fuente: Filtron, S.A.

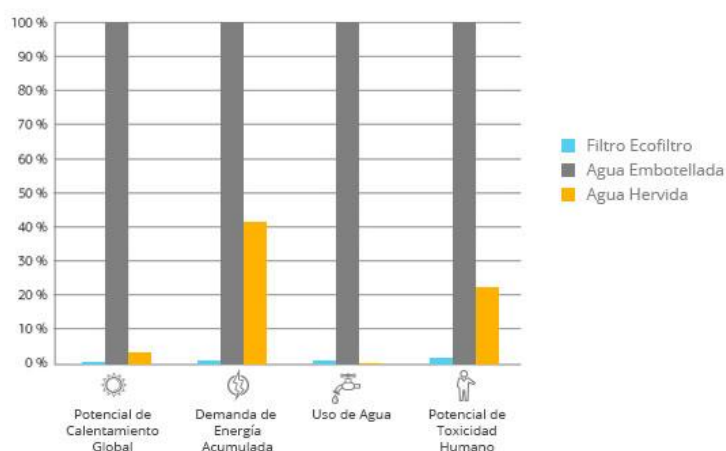
FIGURA N°1: Acción de los poros del filtro

La efectividad del Ecofiltro, ya ha sido probada por muchos especialistas para comprobar su adecuado funcionamiento, las aguas que pasan por el filtro cumplen con las normas COGUANOR, además uno de los más prestigiosos laboratorios de Centroamérica como es ControLab hasta la fecha.

Según como se describe en la página de la marca Ecofiltro.com se realizó una evaluación de ciclo de vida de productos como el filtro en mención, el agua embotellada y el agua hervida en donde se analizaron las diferencias con respecto a la huella ambiental frente al cambio climático realizado por el centro de Pre North América, en la cual resultó que el Ecofiltro tiene un impacto ambiental menor al 1% al elaborarse, como se muestra en la tabla N°1.

TABLA N°1: Comparación de huella de cambio climático del Ecofiltro con agua embotellada y agua hervida.

Categoría de Impacto	Uso de Filtro	Agua Embotellada	Agua Hervida
 Potencial de Calentamiento Global (kg CO2 eq)	5.26	561	15.2
 Demanda de Acumulación de Energía	125	14,500	5,920
 Uso de Agua (m3)	3.84	1,970	10.4
 Potencial de toxicidad en Humanos (CTUh)	1.58E-09	1.18E-07	2,59E-08



Fuente: Ecofiltro ®

El Ecofiltro es premiado por el Banco Mundial en el 2003 y 2004 con el premio Market Place Award y en el 2011 InfoDev, un grupo del Banco Mundial hace la premiación denominada Innovación.

La creación de este filtro actualmente beneficia a millones de familias que tienen difícil acceso al agua potable, estas dispuestas alrededor del mundo en 40 países, el trabajo del primer filtro creado a base de elementos que se disponían en la zona sin generar altos costos fue de interés para otras organizaciones que sin fines de lucro se interesaron en el producto como es el caso de la organización Potters for Peace, esta organización ayuda a diferentes ceramistas en países en vías de desarrollo, instruyéndolos y colocando toda información sobre la

elaboración de los filtros en su página web para que sea de conocimiento en todo el mundo.(PFP, 2010).

En 1994, en Guatemala, se creó la Fundación de la Familia de las Américas (AFA), orientada al uso del filtro de agua a base de cerámica ya que los demás procedimientos no mostraban resultados tan efectivos como este. En las comunidades rurales de esta región no dieron buenos resultados el empleo de ciertos mecanismos para mejorar la calidad de agua entre ellas el uso de tabletas de cloro, ya que cambiaban el sabor además el uso de cloro no era el adecuado lo que generó algunas complicaciones en la salud. Otro fue el agua hervida, pues esta no era lo suficientemente hervida por el corto tiempo que se daba para purificarla. Por ello AFA durante un año realizó estudios de seguimiento sobre el proyecto que llevo a cabo Mazariegos, el inventor del filtro, llegando a la conclusión que un 50% se redujo la incidencia de diarrea siempre y cuando el uso de los filtros este acompañada de una educación sanitaria rural. (PFP, 2010).

En octubre de 1998, la organización de ceramistas por la paz (PFP) utilizó el modelo de Mazariegos para dar lugar a la creación de filtros, ya que el huracán Mitch atravesó Centroamérica y había la necesidad de contar con agua potable para abastecer a la población afectada en Nicaragua. (Olman, 2014).

El sociólogo y ceramista perteneciente a la ONG Potters for peace, Ron Rivera, es quien denomina al filtro ecológico de Mazariegos en el conocido Filtrón, que contiene en su composición porcentajes de un 50% de barro rojo y 50% de aserrín, en la que se puede incluir otro material orgánico, según la producción de la región.

Un elemento indispensable es el agua que se emplea para la realización de la mezcla ya que este es el medio para que el material pueda dar forma, además llevarlo al molde y obtener el filtro, cuando se seca este se lleva a un horno de cerámica a 890 °C, es así que en el proceso creará unos microporos estas producidas de la combustión del aserrín, que son los que impiden el paso de microorganismos. Para comprobar el flujo de filtración que debe estar en 1 a 2



Litros por hora lo que indicará que las concentraciones que presenta el filtro son óptimas.

Para dar mayor efectividad al filtrón se le adiciona como pintado o se reviste al filtrón con plata coloidal. Se prepara una mezcla de agua que son 250 ml y se le agregaran 2 ml de plata coloidal al 3.2%, esto logra inhibir la proliferación de bacterias, lo que se puede apreciar en la Figura N°2.



Fuente: IDEASS

FIGURA N°2: Mecanismo de funcionamiento del filtrón

El Filtrón obtuvo la premiación dada por el Banco Mundial en Camboya denominada como premio “Market place 2004”, además de obtener en Nicaragua en el 2004, uno de los mejores puestos siendo los primeros en la Feria de las Innovaciones para el Desarrollo Humano organizada por el CONICYT. (Estrada, 2004).

En los Estados Unidos, la Universidad de Rhode Island se realizaron estudios de estos filtros sencillos elaborados de arcilla, aserrín alcanzando un 97% de eficiencia en purificación del agua, pero añadiendo partículas de plata alcanza un mayor porcentaje hasta un 99%.

En Tanzania se ha elaborado el Nanofilter, creado por el Dr. Askwar Hilonga. La escasez de agua para su consumo en esta parte del mundo lo llevo a la creación de estos filtros. Los filtros están elaborados a base de arena y nanomateriales los cuales están conformados por silicato de sodio y plata, estos adicionados para tener mayor efectividad puesto que pueden eliminar metales pesados que son tóxicos, además de microorganismos, virus y demás contaminantes de agua. (Jewell, 2015).

**CARTAGENA** Baide, Joysee. (2001) En su tesis de “Prueba de la aceptación del filtro de cerámica impregnado con plata coloidal en el barrio El Ocotal de Guinope, Honduras” en la cual se tuvo como objetivo general la aceptación de los pobladores del barrio de Ocotal para el uso de filtros con plata coloidal, y lograr evitar enfermedades como diarreas y cólera en los pobladores de dicho lugar.

Para la evaluación de la aceptación de dichos filtros se recolectaron muestras iniciales teniendo en cuenta que el agua proviene del rio El Capiro que es el único que abastece al barrio Ocotal en las cuales se colecto 15 ml de agua de 26 casas para formar una muestra compuesta de 300 ml y realizar los exámenes iniciales midiendo parámetros físicos y microbiológicos posteriormente también se llevaron 3L de agua inicial proveniente de un segundo muestreo compuesto de 26 muestras con un volumen de 120 ml, estos 3 litros se llevaron a un filtro para luego realizarles parámetros ya mencionados al igual que al agua inicial que estuvieron sin tratamiento y comparar ambos resultados.

El autor llega a la conclusión de que los filtros de arcilla impregnados con plata coloidal eliminan las bacterias que causan las enfermedades entéricas mediante la fórmula de Erikson, además de reducir el cloro libre en exceso que se encuentra en el agua en un valor de cero sin trazas, y una variación en la temperatura en más 2 °C y un pH de 0.338 unidades.

En base a los resultados obtenidos se evidencio una aceptación del filtro catalogándolo como muy bueno en un 81% en las encuestas realizadas a los pobladores, ello por las características organolépticas características del agua

fresca que son diferentes a otros métodos de potabilización de agua y por la cantidad de agua potable producida por el filtro de cerámica ya que agregando agua a intervalos de 5 horas es menor a lo que se obtiene en cada hora de relleno con agua pero que resulta suficiente para el consumo diario.

**LANTAGNE**, Daniele S., (2001) en su proyecto de investigación denominado “Investigación del filtro de barro impregnado con plata coloidal promovido por Ceramistas Por La Paz”, en la cual tiene como objetivo evaluar la efectividad intrínseca de los filtros creados por la asociación ceramistas por la paz que fueron uno de los primeros en la elaboración de estos filtros que después se hicieron conocidos a la mayor parte de países en vías de desarrollo y que sirven como modelo en la elaboración de las mismas.

Para evaluar la efectividad de estos filtros se dio en base a las características de la plata coloidal que se emplearon en los filtros destinados a purificar el agua conociendo la concentración, los resultados con o sin incorporación de la plata coloidal al filtro tuvieron reducción de microorganismos y otros diferencialmente.

Según los resultados obtenidos de Lantagne, los filtros a base de arcilla y aserrín forman poros de 0.6 a 3  $\mu\text{m}$  lo cual eliminan microorganismos como parásitos entre ellos Giardia y Cryptosporidium que oscilan en 5 – 7  $\mu\text{m}$  y 5  $\mu\text{m}$  respectivamente en un 99.99% pero no un 100% por lo que es necesario la impregnación de la plata coloidal ya que remueve totalmente a las bacterias, además de no influir en la tasa de filtración, conductividad eléctrica o pH una vez que el agua contaminada pasa por el filtro, además se probaron filtros que tenían 7 años de uso y mostraron una remoción de un 100% a coliformes fecales por lo que se indica que el uso es indeterminado.

Finalmente recomienda que la concentración de plata coloidal industrial sea de 2ml con concentración de 3.2% para el tipo de modelo de los filtros ceramistas por la paz en base a arcilla, aserrín y plata coloidal e investigar a fondo el grosor de la película que debe formar la plata coloidal para eliminar virus, metales como el

arsénico, pesticidas y los COV que fue lo que no se pudo determinar con exactitud.

**LERMA** Arias Daniel. (2012) en su tesis de grado titulada “Filtros cerámicos, una alternativa de agua segura”, se realiza estudios al filtro cerámico debido a que pretende viabilizar la técnica en las zonas rurales de Colombia que no disponen de agua potable, además de evaluar si estos filtros logran potabilizar el agua y en qué medida lo logran.

Para esto empleo arcilla primaria o residual y aserrín básicamente dando una filtración directa efectiva logrando remover el 99.7% para *Cryptosporidium*, 99.95% para *Giardia*, esto se debió a que los tamaños de cada microorganismo están entre 10 a 15  $\mu\text{m}$  y de 2 a 7  $\mu\text{m}$ , respectivamente, esto se debe a que se logra obtener un tamaño de poros del filtro de 0.3 a 0.6  $\mu\text{m}$ , pero cuando se considera que el tamaño de *E. coli* posee un tamaño entre 0.5 a 1  $\mu\text{m}$ , por lo que el autor sugiere que no puede el filtro poseer menor tamaño los poros ya que tampoco permitiría el paso del agua a potabilizar y recomienda emplear desinfectante, puesto que encontró presencia de coliformes totales y fecales, a lo que llevo hacer uso de plata coloidal para la cual eliminó el restante de bacterias incluyendo *E. coli* en un 96%, pero al emplear más de 20 ppm de plata coloidal se obtuvo 100% de efectividad eliminando a este tipo de bacterias, dando como resultado que en todos los casos el filtro de cerámica es la mejor opción en cuanto a técnicas para potabilizar el agua por su alta efectividad de filtración, eliminación de bacterias y demás microorganismos.

**VIDAL** Henao, Sandra (2010), en su trabajo de investigación de título “Evaluación de la efectividad del filtro a base de arcilla y plata coloidal en la potabilización de agua, medida por pruebas fisicoquímicas y microbiológicas” los filtros resultan ser eficaces en la potabilización del agua en aquellas comunidades rurales en Colombia, donde no hay disponibilidad suficiente de agua potable, para ello se elaboraron 5 filtros a base de arcilla y aserrín de los cuales 4 de ellos con plata coloidal a diferentes concentraciones, se tomaron 4 puntos del río Otún que

fueron pasadas por estos filtros, en la que se tuvieron como objetivo cuantificar la remoción de coliformes y turbidez.

Los filtros cumplieron los objetivos propuestos ya que en todos hubo remoción de turbidez así mismo de coliformes en más de un 90% lo que demostraba su eficiencia, concluyendo que no existía diferencias significativas en cuanto un filtro a otro empleando el programa ANOVA que corroboró la hipótesis propuesta, pero en dos de los filtros de concentración 2 y 4 con plata coloidal de 21 ppm y 56 ppm respectivamente se llegó a un 100% de remoción de Coliformes fecales.

**LUDEÑA G.**, Julio y **TINOCO T.**, Freddy (2010) en su tesis “Formulación de pasta roja para la elaboración de un filtro cerámico purificador de agua y verificación de su efectividad filtrante”, donde tuvieron como objetivo evaluar la formulación de la arcilla roja con el aserrín la cual debe tener una tasa de filtración óptima para el consumo o uso del agua del río Malacatos que abastece a los pobladores de la zona de estudio.

Para llegar a los objetivos crearon 50 modelos que se elaboraron en una planta de fabricación de cerámica (CERART) con 4 formulaciones diferentes cuya humedad estuvo entre 30 a 35%. La primera formulación tuvo un 77% con 23%, la segunda 85% con 15%, la tercera 90% con 10% y por último 82% con 18% de arcilla roja con aserrín respectivamente en cada caso mencionado, estas optaron la forma mediante un roller que esta calibrado de acuerdo a las dimensiones que se requiera y después ser llevados al horno a 650°C por 3h dejando enfriar por 24 horas y luego ser llevados para una quemada final a una temperatura de 1025°C a 1090°C por 11horas.y asegurar que los poros se hayan formado y permitan que el flujo del agua pase por estas.

Teniendo en cuenta que se quiere alcanzar mayor efectividad se impregna a los filtros con plata coloidal por inmersión, esta posee un tamaño de 1 a 100 nm, obtenida por electrolisis para ello se introdujo las varillas de plata en un recipiente y se puso corriente continua a 30 voltios por 3 h para obtener 12 ppm de

concentración que es denominado plata coloidal, indistintamente que si la concentración sea mayor resulte ser más eficaz con un pH de 6.5.

De las concentraciones probadas resulto que el que posee mayor cantidad de aserrín es la óptima ya que permite tener mayor humedad y absorción de agua asimismo mayor porosidad, posteriormente también se determina el grosor que deben poseer los filtros siendo de 2.5, 3 y 4cm, para las temperaturas de 1025°C y 1090°C son las de 3 y 4cm de grosor respectivamente. También se probaron la eficiencia de los filtros en la eliminación de ciertos metales como arsénico, hierro, así como parámetros que se consideran en la calidad de agua como sólidos totales cumpliendo los parámetros por debajo de lo establecido por la norma técnica ecuatoriana para agua INEN 1108.

Los autores obtuvieron que la mejor formulación de la arcilla roja debe estar en un 82% arcilla roja con 18% aserrín y 3cm de espesor, además de ser quemado a 1090°C, y que este tenga una capacidad de casi 500 ml con una tasa de filtración de 0.0417 litros por hora para asegurar que los filtros sean eficientes para purificar agua.

**SOLANO** Coghi, Grettel (2013) en su trabajo de investigación “La purificación del agua a través de un filtro cerámico, rescate de una costumbre olvidada”, en esta investigación tuvo por objetivos crear filtros en base a materiales que se encuentran en la zona mejorando la calidad de agua para el uso de la población de Cartago.

Se elaboran filtros a base de elementos que se encuentran en la localidad de Cartago en Costa Rica, adicionando materiales que permitan que el filtro cerámico tenga porosidad y pueda ser económico al alcance de los pobladores de localidades rurales, evaluando principalmente parámetros microbiológicos.

Para alcanzar los objetivos propuestos se trabajó con arcilla de Cartago y fibras vegetales como cabuya, bagazo de la caña de azúcar, tallo del racimo del banano y finalmente aserrín, elementos que se encuentran disponibles en cantidades

considerables para la elaboración de filtros que a su vez permitieran que haya un flujo de agua considerable y que permita la eliminación de contaminantes, así como microorganismos que afecten a la salud.

Para el estudio se preparó por separado las mezclas de arcilla con las fibras ya mencionadas dejando en reposo por 8 días para luego hacer pruebas físicas de absorción, plasticidad y encogimiento, el moldeado fue en forma cónica en moldes de yeso pasado 3 semanas se retiraron y a temperatura ambiente se dejaron 2 semanas más y se llevó al horno a 1260 °C.

En la obtención de resultados se determina que la mejor mezcla es dada por arcilla Coris y Cabuya por presentar mayor plasticidad ya que se realizaron de manera artesanal además de tener mejor flujo de filtración, a su vez disminuyó la turbidez, para la evaluación de parámetros microbiológicos no se logra por lo que se le agregaron plata coloidal al filtro.

Finalmente se probó el filtro con plata coloidal pero no disminuyó la eliminación de Coliformes fecales como se esperó, pero sí de la turbidez por lo que el autora recomienda que se realicen estudios respecto a la concentración de plata coloidal debería realizarse para obtener mejores resultados.

**SORIANO** Ortiz, Haydee. (2014) en su tesis de título: “Eficiencia del filtro de arcilla en la purificación del agua para consumo humano en Cajamarca” esta tesis se desarrolla para obtener agua potable en el departamento de Cajamarca, en las zonas rurales donde el agua potable es de difícil acceso y la calidad en pésimas condiciones ya que suelen estar contaminadas además de presentar ciertos metales tóxicos.

Para llevar a cabo la investigación acerca de la eficiencia de los filtros de arcilla en base a la purificación del agua, se consideró trabajar con ocho filtros. El tipo I, compuestos de arcilla, aserrín y plata coloidal al 3.2% con concentraciones de 17% de aserrín, 33% de agua y 50% de arcilla; y la plata coloidal 2ml en 250 ml,

el filtro tipo II, eran los 5 restantes, en la cual dos contenían caolín, arena de río y aserrín y los tres últimos arcilla, arena de río, aserrín, en general estas tuvieron concentraciones de 70% caolín, 30% de arena de río, 80% de aserrín y aproximadamente 40% de agua. Tras realizar análisis físico, químico y bacteriológico de la muestra de agua tomada en Río Grande tal como se encuentra antes de ser tratadas con los diferentes filtros para comparar el grado de eliminación de microorganismos y demás contaminantes en la muestra.

Finalmente se consideró que el más eficiente es del Filtro tipo II, que está en base a caolín de Namora, ya que cumplió la mayoría de los parámetros que se habían planteado, pero los filtros que tenían la composición de arcilla, aserrín y plata coloidal también dieron buenos resultados, y es en base a que se emplean los mismos elementos que será de guía en algunas consideraciones que se desarrollaran más adelante en la ejecución del trabajo de investigación.

**BARRIENTOS** Weepiu, Jhewerson (2016) en su tesis “Evaluación de los filtros cerámicos para mejorar la calidad del agua para consumo humano en el sector San Mateo, Moyobamba, 2015”, en la cual tiene como objetivo principal evaluar los filtros que son creados en base a arcilla, aserrín y un último compuesto que no se trabajó en otros estudios como el carbón activado.

Se trabajaron con modelos de forma compacta y otra en forma de recipiente, las arcillas fueron pasadas en mallas N° 60 y N° 200 dejando partículas de 0.074 a 0.250 mm siendo las adecuadas, en el caso del aserrín se pasan por tamices en donde el tamaño debe ser inferior a 150  $\mu\text{m}$ , las cuales influyen en el tamaño de la formación de los poros.

Para determinar las proporciones que se emplearían se crearon 5 ejemplares con diferentes concentraciones. Se utilizó un frasco de un litro y en ella se agregó para la primera concentración 50% de arcilla limonita con 50% de aserrín siendo 250 gr de ambos, luego homogenizarlos por 15 min para una buena mezcla, para la segunda concentración se tuvo 60% de arcilla hematita y 40 % de aserrín



siendo 300gr con 200gr y la tercera 40% de arcilla con 60% está por tener más cantidad de aserrín se llevó a otro envase en la cual se agregó aserrín siendo 1.2k con 1.8 k respectivamente, por último se probó un 50% de arcilla hematita con 50% de aserrín sin pasar por malla. Una vez que han realizado las mezclas lo dejaron en promedio 6 días para su secado a aire libre, posteriormente consideraron llevar a un horno artesanal para que el aserrín se consuma completamente y dejara libre los poros en el filtro esto por 3 horas.

Finalmente analizo las aguas de la quebrada del rio Rumiyacu que abastece al distrito de San Mateo, antes y después del tratamiento con los filtros que cumplieron los requerimientos conformados por 50% de arcilla y 50% de aserrín por su tasa de filtración 2.3 L/h, teniendo así que hay una remoción de 19 parámetros entre ellos sólidos totales suspendidos, conductividad, 50% de coliformes fecales y 45.55% de coliformes totales respectivamente, por ello puso en prueba el filtro conformado por 50% de aserrín y 50% de arcilla Hematita sumado al carbón activado dando resultados de una remoción semejante a la primera en cuanto a las bacterias pero variando aún más los parámetros iniciales, por lo que el autor determina que es necesario el uso de la plata coloidal como otras investigaciones se habían sustentado además de que los filtros deben ser empleados como parte de un pretratamiento de agua.

**IBARRA P.**, Nubia (2016) en su tesis "Análisis de Filtros Caseros como Técnica de Potabilización del Agua en el Sector Rural Colombiano", cuyo objetivo fue el empleo de varios filtros caseros siendo uno de ellos el filtro poroso impregnado con plata coloidal para determinar si este logra remover los parámetros fisicoquímicos en aguas contaminadas de Colombia, así como mostrar sus ventajas y desventajas en la potabilización del agua la cual es segura para consumo.

En este trabajo se hace empleo de diversos filtros elaborados de manera casera las cuales por su bajo costo de producción resultan ser una opción frente a la crisis del agua que se tiene en la zona rural de Colombia. Uno de ellos lo

denomina vela cerámica (CCF), la cual está constituido por arcilla, aserrín la cual se generan poros de 0.6 - 3  $\mu\text{m}$  con una filtración de 6.4 L/h, el otro filtro casero denominado poroso impregnado de plata coloidal (SIPP), compuesto por arcilla marrón que posteriormente se adiciona el nitrato de plata que elimina a los microorganismos teniendo como tasa de filtración de 3.5 L/h.

Los análisis realizados para la determinación de microorganismos dieron como resultado que los filtros CCF y SIPP, mostraron un rendimiento del 99% para la remoción de *S. dysenteriae*, para *E. coli* en un 100% y 99% respectivamente además para el filtro SIPP resulta tener una efectividad de eliminación en un 100% del *Vibrio cholerae* y un 99% para el *S.typhimurium*.

Además, se obtuvo que el filtro CCF, es adecuado para bajar concentraciones altas de hierro ya que remueve en un 95.2 % por otro lado, el filtro SIPP removió en un 97.4% de arsénico. Asimismo, el autor recomienda el uso de floculantes y coagulantes naturales a base de papa, trigo, maíz lo cual aumenta en la efectividad de los filtros y finalmente se agregue un desinfectante como el cloro en la dosis de 10ml para 500 litros de agua.

Estos filtros comprueban su alta efectividad y eficiencia en la remoción de agentes patógenos en aguas contaminadas la cual sin hacer uso de grandes tecnologías se logra tener un agua segura que este apta para el consumo humano, lo que logra mostrarse, recomendando que estos filtros son una manera sencilla donde las personas de bajo acceso económico puedan adquirirlo o fabricarlo.

### **1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA**

#### **1.3.1. Filtración**

La filtración es el mecanismo en el cual se realiza la separación de un componente en estado sólido que se logra separar del líquido en el que se encuentra suspendido, mediante el cual logra pasar por un medio poroso que

viene hacer un filtro cuyas características permiten retener al sólido impidiendo su paso, con el líquido sucede lo contrario puesto que se filtra y pasa.

El tipo de filtro puede estar en base a diversos elementos como arena, carbón, u algún material que presente porosidad, teniendo como función la separación de algún tipo de sólido en suspensión, agentes patógenos, al igual que eliminar malos olores, sabores hasta productos tóxicos que puedan estar en el medio líquido que se quiera filtrar. Para determinar el grado de filtración, que es la eficiencia con la que un líquido es filtrado, donde el coeficiente del mismo está en función de la pérdida de carga con respecto a lo que se filtra, y el índice tomando en cuenta que es para un determinado volumen de agua estará en base a la variación de velocidad de la filtración (Vidal, 2010).

### **1.3.2. Filtros de arcilla, aserrín y plata coloidal**

Este tipo de filtros es uno de los métodos convencionales para potabilizar el agua, este dispositivo se empleó en varios países donde el acceso al agua es de difícil y debido a su fácil elaboración que puede llevarse a cabo por ceramistas sin emplear tecnologías sofisticadas. Por su estructura porosa permite eliminar gran cantidad de bacterias, reduciendo la turbidez, malos olores y sabores mediante el aserrín y la plata coloidal que es un bactericida de alto espectro que elimina a las bacterias.

De acuerdo a la composición que puede variar entre uno u otro elemento, Potters for peace, junto a Ron Rivera, lo denominarán Filtrón, este se emplea en el tratamiento de agua de forma casera, con bajo costo de elaboración ya que se emplea materiales encontrados en el lugar donde se elaboran, potabilizando el agua contaminada previniendo enfermedades gastrointestinales u otras vinculadas al consumo de agua no potable.

En la actualidad se emplean estos tipos de filtros para potabilizar el agua que provienen de ríos con aguas contaminadas y trabajos de investigación que buscan obtener las concentraciones adecuadas para obtener resultados óptimos.

### 1.3.3. Arcilla

Las arcillas son aquellas partículas cuyas fracciones presentan un tamaño menor a 2 $\mu$ m. Las arcillas forman parte esencial de los suelos ya que lo constituyen y que son procedentes finales del producto de algún proceso de meteorización de los silicatos. Para tener conocimiento de la calidad, la granulometría, características como plasticidad, esta última realizada por la relación que existe entre el límite líquido y el índice de plasticidad, será necesario tener conocimiento de sus propiedades.

#### 1.3.3.1. Propiedades de la Arcilla

- **Plasticidad:** Es la propiedad que presenta la arcilla combinada con una cierta cantidad de agua, además esta se debe a la estructura laminar que presenta por lo que la arcilla puede adquirir cierta flexibilidad y dependiendo del grado de plasticidad que se quiera obtener es que se dispondrá de la cantidad de agua a utilizar, y las partículas cuanto más pequeñas y deformes sean presentan alta plasticidad.
- **Límite plástico:** es el contenido de humedad cuando la arcilla pasa de un estado plástico a uno semisólido que se convierte en un material disgregable.
- **Límite líquido:** Es el contenido que presenta de agua la arcilla cuando pasa del estado líquido al lograr su plasticidad.
- **Índice de plasticidad:** es el cálculo entre el límite plástico y el límite líquido donde se realiza la diferencia entre ambos valores.

- **Contracción:** Este se manifiesta cuando se da el proceso de secado, ya que la arcilla combinado con agua a temperatura ambiente aumenta su volumen, pero su constante ventilación o llevado a secar a temperaturas altas, hace que esta se contraiga perdiendo el volumen inicial.
- **Porosidad:** Las arcillas por presentar partículas menores de 2µm presentan poros pequeños por lo que el agua puede pasar lentamente, lo cual no es muy impermeable. (Aguirre, 2004).

#### 1.3.4. Aserrín

El aserrín no es más que el conjunto de partículas de pequeño tamaño compuestas de algún tipo de madera, las cuales se generan en cualquier trabajo o proceso con la madera. Su finura dependerá del corte o su asierra, la humedad es relativamente baja por lo que no es necesario llevarlo a una mufla. El aserrín con la arcilla y el agua, llevados a cocción a temperaturas altas forman los poros, además poseer las propiedades del carbón activado que elimina en el agua malos sabores, olores manteniéndola con las características propias de un agua natural.

Se ha realizado estudios en donde se busca conocer el tipo de aserrín que pueda generar carbón activado, por lo que en una investigación se experimentó en base a tres tipos de madera canelo, laurel y eucalipto, mediante métodos a base del ácido fosfórico al 40% a temperatura de 500 °C, donde se carbonizo durante 2 horas, dando mayor porcentaje laurel en un 29.3% dando así un buen rendimiento. (Asimbaya C.; Rosas N.; Endara D.; Guerrero V.H, 2015).

#### 1.3.5. Plata coloidal

Un bactericida de alto espectro ya que elimina e inactiva a los componentes enzimáticos de las bacterias, hongos, y otros microorganismos además porque no es muy costosa y se obtiene con facilidad mediante un proceso electrolítico que

se lleva a cabo en agua en la que se atraen las partículas submicroscópicas de plata procedentes de un trozo más grande de plata pura; por lo que estas partículas se encuentran suspendidas por la pequeña carga eléctrica de cada partícula en un medio coloidal. (WARREN, 2005).

La plata al igual que otros metales se halló que tiene propiedades que eliminan a los microorganismos siendo está en estado coloidal más efectiva ya que pierde propiedades toxicas como la caústica y su aplicación en pequeñas cantidades resultaba ser efectiva. La plata coloidal es un conjunto de macromoléculas cuyo valor oscila de 0.005 a 0.015  $\mu\text{m}$  siendo inferior al tamaño de un virus, formado por electrolisis en la cual la barra de plata pura al tener carga positiva llevado a un medio con agua destilada se une con el oxígeno, formando otra molécula de carga positiva cuya reacción produce que ambas moléculas se dispersen unas entre otras formando el medio acuoso con partículas microscópicas. (Donachy, 2004, 15 pp.).

En un artículo en línea por Lindemann [s.f.], menciona que hay cuatro productos, de uno de estos es la plata electrocoloidal en la cual se emplea la electrolisis en baja tensión en un medio acuoso que es el agua desionizada, mediante el método de electrólisis de baja tensión en agua destilada, este se encuentra generalmente en concentraciones entre 3-5, es así que se obtienen nanopartículas de plata teniendo cada una de estas una positiva carga eléctrica, el cual tiene un color desde transparente claro o amarillo claro.

Según Ludeña y Tinoco (2010), la plata en estado coloidal presenta pequeñas partículas de tamaño comprendido entre 1 y 100 nanómetros. Un proceso de obtención es mediante la reducción de iones plata empleando la electrólisis del agua, haciendo uso de corriente continua la cual descompone los iones de plata y se mezcla en agua destilada en un aproximado de 3 horas para la obtención de plata coloidal la cual dependerá de la concentración de la misma.

### **1.3.6. Eficiencia del filtro**

La eficiencia del filtro está determinada en función al porcentaje o cantidad que permita recuperar agua segura a partir de aguas residuales, aguas cuyas características perdieron su estado natural mediante actividades que se realizaron en alguna empresa u otro establecimiento. Mediante el uso de filtros se logra obtener agua que cumpla los estándares de calidad para agua, posteriormente se puede emplear para diversos usos dependiendo del ECA que cumpla para su destinación ya sea de consumo, riego etcétera.

Barrientos (2016), indica que la calcinación del aserrín dentro del componente arcilla permite la generación del poro la cual permite el pase del agua que se pretende tratar además por las características de arcilla estas tienden a depurar ciertos parámetros siendo una solución a la recuperación de aguas residuales.

#### **1.3.6.1. Filtro tipo 1**

De acuerdo con las investigaciones de anteriores autores que han trabajado con los mismos elementos principalmente arcilla, en este trabajo de investigación en base a la experimentación se propone que para este tipo existen 3 tipos de concentraciones en la cuales predomina una mayor concentración de arcilla con respecto al aserrín sin plata coloidal, se designa para este tipo filtro 1 concentración 1, filtro 1 concentración 2 y filtro 1 concentración 3.

#### **1.3.6.2. Filtro tipo 2**

Estos filtros tienen mayor porcentaje de Arcila y entre un 18-20% de aserrín que son pasados a una malla #325 para que los poros no sean muy minúsculo ni muy grandes y permita remover los contaminantes encontrados en agua contaminadas como son las aguas del canal de regadío de Chuquitanta, además se le agrega Plata Coloidal esto con la finalidad de remover los Coliformes totales que puedan estar presente aun en el filtro además de darle como una limpieza ya que los

restos serán degradados por la plata coloidal que tienen que estar en un promedio de 20 ppm, lo cual determina que resulta ser eficiente.

### **1.3.7. Aguas residuales industriales**

Son el resultado de aquellas aguas que durante alguna actividad antropogénica han perdido sus características originales, como es el caso de actividades productivas donde se necesita agua para su operatividad.

En su estado original el agua se emplea para la producción, transformación y demás actividades que se realizan en la industria de acuerdo a su producción que dan como resultado líquidos residuales, aguas de proceso y aguas de drenaje, provenientes de actividades como la minera, agrícola, energética, agroindustrial, entre otras, donde se exige cumplir con los tratamientos previos que cumpla con los parámetros que se disponen en los ECAS o VMA según sea el cuerpo receptor de estas aguas residuales. (OEFA, 2014).

### **1.3.8. Categoría de agua 3**

Según el MINAM, Los estándares de calidad conocidos como ECAS del agua, viene hacer la medición que se establece en el nivel de contenidos o elementos, sustancias biológicas, químicas que se encuentran presentes en el agua.

Los ECAS para agua son los que determinan la categoría que incluyen a 3 tipos como esta descrito en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM una de las cuales está referida al tipo categoría 3 cuya subcategoría D1, referida para el empleo en el riego de plantas.

### **1.3.9. Parámetros fisicoquímicos**

Estos parámetros determinan las características físicas y químicas del agua las cuales son indicadores de calidad del agua según la DIGESA los clasifica en:



### **1.3.9.1. Temperatura**

Este parámetro es de suma importancia ya que a cierta temperatura se realizan reacciones químicas, así como influenciar en el Oxígeno disuelto es decir a mayor temperatura este es más degradable, seguido de que los organismos presentes en el agua hacen mayor consumo de oxígeno.

### **1.3.9.2. Potencial de hidrogeno (pH)**

Este parámetro determina en el agua si es acida o alcalina, la cual calcula la cantidad de iones hidrógenos presentes en el agua, siendo un parámetro de calidad en aguas. Mayores concentraciones de pH es decir mayores a 8 o menores a 6 afectan a la disponibilidad de nutrientes en las plantas y ocasionan toxicidad en los micronutrientes respectivamente.

El método para medir el pH es el electrométrico, en la cual se registran la actividad de los iones hidrógenos de un electrodo sensible o de vidrio y un electrodo estándar o de referencia.

El pH limita los usos de agua de acuerdo al uso que se destine además de la efectividad toxica de algunos metales y compuestos químicos. (Lozano, 2013)

### **1.3.9.3. Conductividad eléctrica**

Medida de la capacidad que tiene el agua para conducir o transmitir electricidad, la cual se relaciona directamente proporcional a la cantidad de sales disueltas que están presentes en una muestra.

La conductividad se halla indirectamente mediante la DQO, siendo dependiente de la temperatura del agua, valores altos de conductividad se reflejan en aguas residuales industriales debido a la grande carga de solidos disueltos. (Lozano, 2013).

#### **1.3.9.4. Sólidos totales**

Son las partículas pequeñas que pueden ser minerales, cationes, aniones metales y sales que se depositan en el agua las cuales no se disuelven ni se asientan que cambian las características del agua en su sabor y color siendo un indicador de calidad de agua para consumo humano.

Los sólidos que conforman las aguas residuales son orgánicos o inorgánicos afectando la calidad del agua, además los tipos de estos sólidos son sólidos suspendidos(SS) que a su vez pueden ser SS volátiles y SS fijos como los sólidos disueltos(SD) encontrándose también los SD fijos y SD volátiles.

Las aguas con mayor cantidad de sólidos disueltos son de muy mala calidad ocasionando problemas a la salud quien los consuma, además la determinación de la concentración de este parámetro apoya en el control de tratamientos biológicos y físico de aguas residuales.

Los sólidos disueltos totales son partículas que pasan por el papel filtro cuya medida es  $0.45 \mu\text{m}$  la cual se calcula por diferencia de sólidos totales y sólidos suspendidos. (Hincapié y Chaverra, 2015).

#### **1.3.9.5. Turbidez**

Es un indicador de calidad de agua, puesto que si hay mayor cantidad de sólidos disueltos también existirá mayor turbidez, la cual puede ser medida por el turbidímetro.

La medición de la turbidez en una muestra es mediante la cantidad de luz que se emite a esta y la que es transmitida reflejándose en la absorbancia donde se ve aplicada la ley de Beer.

Este parámetro permite tomar medidas con respecto al tratamiento de aguas que aseguren la calidad de la misma ya que aguas muy turbias degradan el oxígeno presente afectando a la fotosíntesis del medio acuático además de reducir el efecto de los desinfectantes ya que los agentes patógenos se albergan en las partículas convirtiéndose en su protección lo cual implica que se empleen dosis mayores que las elimine completamente. (Lozano, 2013).

#### **1.3.9.6. Oxígeno disuelto**

Este elemento es importante para la supervivencia de especies que se encuentren en el agua. En aguas altamente contaminadas la presencia de bacterias aerobias hace que sea poco disponible la cantidad de estas convirtiéndola en un medio donde no exista vida acuática.

La temperatura influye en que la concentración de oxígeno disuelto disminuido al igual que la presión parcial de la atmósfera, a diferencia de las turbulencias ya que el aire se encontrará atrapado bajo el agua.

Niveles de oxígeno disuelto altos aseguran que el agua es de mayor calidad, proveniente del oxígeno del aire la cual se dispersa en el agua, así como el que se genera dentro de las plantas acuáticas mediante la fotosíntesis. (Hincapié y Chaverra, 2015).

#### **1.3.9.7. Demanda química de oxígeno (DQO)**

Es la cantidad necesaria de oxígeno para oxidar químicamente la materia orgánica e inorgánica que se encuentra en el agua, el valor tiende a ser mayor en todos los casos con el DBO5 puesto que las oxidaciones químicas de materias orgánicas son mayores al que las realizadas por microorganismos.

El DQO, es un parámetro que mide la cantidad de material orgánico presente en una muestra de agua mediante la oxidación química, de la misma forma en que

se determina la cantidad de oxígeno que es consumida por la materia orgánica que está presente en el agua; relacionándose con el DBO son indicadores de la calidad de agua. (Hincapié y Chaverra, 2015).

El DQO, emplea un oxidante fuerte que es el dicromato de potasio  $K_2Cr_2O_7$  en un medio ácido, siendo un parámetro de eficiencia de remoción de contaminantes, mostrando valores mayores que el DBO5 ya que algunas sustancias pueden ser degradadas por el oxidante químico a diferencia de los medios biológicos. (Lozano, 2013).

#### **1.3.9.8. Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO5)**

Es una medida de manera general en la que se evalúa el consumo de la materia orgánica en el agua, siendo un parámetro de contaminación por materia orgánica la cual está relacionada con el oxígeno disuelto ya que los microorganismos hacen consumo de esta en los procesos de oxidación bioquímica de la materia orgánica.

El DBO, mide el oxígeno que requieren los microorganismos en sus procesos metabólicos la cual consume la materia orgánica que se encuentra en las aguas contaminadas o naturales. El método para la determinación del DBO es el método Winkler por un periodo de 5 días la cual está completamente demostrada en un 70 a 80%, donde alcanza un representatividad completa de la oxidación (Hincapié y Chaverra, 2015).

La DBO, se analiza al incubar una muestra con microorganismos por 5 días a  $20^{\circ}C$ , en la cual resultará la concentración final de oxígeno que ha sido consumida por los microorganismos presentes en la muestra de agua, asegurando un 75% de que esta se haya consumido, alcanzando un error del 25% a pesar de tener precisión en los procedimientos. (Lozano, 2013).

### **1.3.10. Parámetros inorgánicos**

Para la DIGESA, estas son aquellos metales que se encuentran en el agua que en valores mayores a los permitidos según los ECAS para agua ocasionan desde lesiones leves hasta problemas oncológicos, entre estas tenemos:

#### **1.3.10.1. Cobre**

Este metal se encuentra en los fungicidas e insecticidas que se emplean en la agricultura, sus valores están 0.2 mg/L pasado estos valores ocasionan enfermedades gastrointestinales, úlceras entre otros.

#### **1.3.10.2. Plomo**

Este elemento puede encontrarse en mínimas cantidades en el agua, pero grandes concentraciones de estos se deben básicamente a productos de mina, industrias y de cañerías a base de plomo que están deterioradas acumulándose en el organismo del ser humano ocasionando toxicidad, alteraciones cardiovasculares y al sistema sanguíneo entre otros.

#### **1.3.10.3. Cadmio**

El Cadmio es procedente del uso de combustibles como el petróleo, además se encuentran en productos como baterías y como pigmento de plásticos, productos fertilizantes en base a fosfato es fuente de contaminación por cadmio. Este elemento se introduce al organismo mediante el consumo de agua y alimentos que contengan este metal ocasionando enfermedades como cáncer.

#### **1.3.10.4. Zinc**

Este metal es producido de manera natural en alimentos, en el agua puede tener una concentración de 2 mg/L según ECA categoría 3, este metal se incluye como parte de compuestos de fertilizantes, incrementando su concentración

ocasionando trastornos cutáneos, úlceras estomacales, dañar a los neonatos, entre otros.

#### **1.3.10.5. Manganeseo**

Es un metal reactivo, que de manera natural se encuentra en los alimentos como el arroz, espinacas pero que se adiciona en pesticidas los cuales incrementa su concentración normal que es de 0.2 mg/L, ocasionando trastornos respiratorios y daños cerebrales.

#### **1.3.10.6. Hierro**

El hierro provoca en el agua precipitación y da un color diferente al natural, sus valores en agua para agua de riego son de 5mg/L, en grandes cantidades ocasiona en el ser humano cuando se deposita en los tejidos cirrosis hepática, así como problemas en el crecimiento en niños, entre otros.

#### **1.3.10.7. Arsénico**

Este elemento, producto de actividades humanas que llega al agua mediante deposiciones atmosféricas, ocasionando enfermedades tales como gastrointestinales, trastornos renales, hepáticas entre otros.

#### **1.3.11. Parámetros microbiológicos**

Se realizan estos parámetros para determinar la cantidad, el tipo de microorganismos que se encuentran presentes en el agua la cual es causa de su contaminación según la DIGESA, esta puede ser:

### **1.3.11.1. Coliformes Totales**

Se encuentran en el medio ambiente, en heces las cuales llegan al agua mediante conductos de desagüe proliferando sus cantidades o en aguas con materia orgánica abundante donde la multiplicación de estos es exponencial, este tipo son aerobios y anaerobios facultativos ocasionando en el ser humano enfermedades gastrointestinales e infecciones.

### **1.3.12.. Marco legal**

- 1.3.12.1. Decreto Supremo N°004-2017-MINAM – donde se aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias, Artículo 3 - Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua; Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas de animales; subcategoría D1: hace mención a que estas aguas se emplean en áreas verdes, sin riego restringido.
- 1.3.12.2. Reglamento de La Ley N° 29338 - Ley De Recursos Hídricos, Aprobado Por Decreto Supremo N° 001-2010-AG, en el Artículo 147°. -Reúso de agua residual; indica que la reutilización de las aguas residuales provenientes de actividades que han modificado sus características originales se puede volver a utilizar con un previo tratamiento.
- 1.3.12.3. Resolución Jefatural N°224-2013-ANA - Reglamento para el otorgamiento de autorizaciones de vertimiento y Reúso de Aguas Residuales Tratadas aprobada por Capítulo II; Artículo 12° y 13°; En la cual hace mención que el agua que va a hacer reusada debe tener previo tratamiento y siempre que sea para el reúso de la misma actividad, salvaguardando la salud y no ponga en peligro.

1.3.12.4. Ley 28611, ley general del medio ambiente; en la cual en su primer artículo indica que toda persona tiene derecho a desarrollarse en un ambiente libre de contaminantes, pero a su vez tiene el deber de contribuir en la gestión efectiva y el aprovechamiento sostenible de los recursos.

## **1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.4.1. Problema general**

- ¿Cuál es la eficiencia de los filtros a diferentes concentraciones tipo 1 y 2 de arcilla, aserrín y plata coloidal en aguas del canal de regadío de Chuquitanta para recuperar agua Categoría 3?

### **1.4.2. Problemas específicos**

- ¿Cuál es el porcentaje de recuperación para agua categoría 3 de las aguas del canal de regadío de Chuquitanta con el filtro con concentración tipo 1?
- ¿Cuál es el porcentaje de recuperación para agua categoría 3 de las aguas del canal de regadío de Chuquitanta con el filtro con concentración tipo 2?

## **1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

Debido al poco interés que se tiene por recuperar las aguas residuales una vez tratadas por tratamientos convencionales que reducen concentraciones de contaminantes de acuerdo con el tratamiento y tecnología que se pueda emplear para tal fin, estas se pueden reutilizar dándole un nuevo uso como es para regadío de tallos cortos y bebidas de animales.



El canal de regadío de Chuquitanta, está alimentada por las aguas del río Chillón, el cual durante años viene siendo contaminado por los mismos pobladores de la zona convirtiéndolo en botadero. En el recorrido de todo el canal esta recibe grandes descargas de desagües procedentes de las viviendas por donde pasa el canal, por lo que el uso de estas aguas podría ser mortal por el alto grado de contaminación que presenta.

Nuestra capital es una de las ciudades que carece de abastecimientos de agua potable, y como la BBC Mundo indica que el agua dulce va disminuyendo a nivel mundial, también lo menciona la OMS (ASS), la escasez de agua dulce va incrementando debido al crecimiento de la población, las industrias y también a los cambios climáticos, que el hombre en la actualidad se ve en la obligación de reutilizar las aguas residuales ya sea para la agricultura u otras actividades, es por ello que en países desarrollados tratan las aguas residuales como un recurso valioso.

Debido al amplio uso en varios países de los filtros artesanales en comunidades rurales, cuyos resultados logran que el agua contaminada llegue a ser potable para consumirla directamente. Las aguas procedentes de cuerpos naturales que requieren los pobladores para sus actividades son escasas a sus necesidades, además de contener cierto grado de contaminación ya sea con metales, excretas incluso agroquímicas, pese a ello se han obtenido excelentes resultados tras el uso de filtros que en su mayoría están a base a arcilla, variando el segundo componente empleando arena o aserrín.

Por otro lado, Mahlangu y colaboradores en el 2012, estudiaron la eficiencia que tiene el filtro poroso impregnado de plata coloidal, con el fin de ser utilizados en zonas rurales del sur de África. Para la evaluación del filtro, se emplearon muestras de agua sintética y del medio ambiente. Para la evaluación del agua ambiental se recogieron muestras de pozos y de río de tres provincias de Suráfrica (Gauteng, Mpumalanga y Noroeste), las cuales fueron clasificadas de acuerdo con su turbidez. Los resultados indicaron que el filtro SIPP, mostró una

alta tasa de reducción de los analitos químicos analizados (F, Mg, Ca, NO<sub>3</sub>, Fe, As) además que redujo la turbidez en más de un 50%.

El uso del filtro con los componentes originales a los diseños por el creador principal añadiendo plata coloidal, es una excelente alternativa en comparación a otras en adquirir agua de calidad que cumplen con los ECAS para agua con tratamientos no convencionales como se realiza la comparación en la Tabla N°2.

TABLA N°2: Comparación del filtrón con otras alternativas para adquirir agua potable

<b>Alternativa</b>	<b>Lo positivo de la alternativa</b>	<b>Lo negativo de la alternativa</b>
<b>Agua hervida</b>	Se obtiene una alta potabilidad cuando el agua es hervida unos 7 min.	Necesita de algún medio de combustible para poder hervirla a 100 °C.
<b>Clorar el agua</b>	Eliminación bacterias logrando una mayor efectividad; bajo costo y fácil de aplicar.	Necesita de dinero ya que es periódico su empleo, además hay cambios en el sabor.
<b>Filtros de arena</b>	Se produce en el lugar donde se utilizará por lo que resulta económico; desaparece la turbidez del agua y se le puede adicionar cloro y otros desinfectantes	No en todas partes se dispone de arena fina, no elimina eficazmente las bacterias en el agua.
<b>Pasteurización Solar SODIS</b>	Elimina la presencia de bacterias; no se necesita de combustible, económico y al alcance de su uso.	Necesita de rayos solares de 4 horas para purificar, además de un lugar donde almacenarla, presenta cambios en el sabor
<b>Agua en botella o bolsa</b>	Producto purificado con procedimientos de fábrica.	Su disposición termina contaminando si no es reciclada

<p><b>Filtros de Cerámica con Plata coloidal FILTRÓN</b></p>	<p>Elimina altamente bacterias y microorganismos, de bajo costo y fácil elaboración con productos de la localidad donde el agua no pierde sus características originales de sabor</p>	<p>Por ser de material cerámico esta propenso a rupturas, y mantenimiento para su adecuado funcionamiento, así como consumo de energía para su elaboración.</p>
--	---	---

Fuente: Programa IDEASS

El empleo de filtros a diferente concentración tipo 1 y 2 para las aguas residuales que provienen del canal de regadío de Chuquitanta los cuales se proponen en la tesis serán herramientas de gran utilidad puesto que estas aguas se utilizan para el riego del fundo de Chuquitanta cuyos cultivos van a parar a los mercados de Lima Norte poniendo en peligro la salud además de tratar estas aguas sin generar grandes sumas de costos y que es de fácil empleo así creamos conciencia ambiental que es lo que la agricultura se proyecta convirtiéndola sostenible en el tiempo.

El agua residual del canal Chuquitanta tratada, constituirá un valioso recurso que podría sustituir un importante volumen de agua potable que es de consumo humano, en actividades que no requieren esta calidad. El impacto de dicho tratamiento será positivo e incidirá en minimizar los riesgos para la salud pública, la conservación original de la calidad de las aguas en las fuentes naturales que estuvo el canal Chuquitanta y una mejor disponibilidad de calidad para el aprovechamiento en la agricultura de la zona. (ANA, 2016).

## **1.6. HIPÓTESIS**

### **1.6.1. Hipótesis general**

- H1: Los filtros con concentraciones tipo 1 y 2 de arcilla, aserrín y plata coloidal, son eficientes en más de un 70% en la recuperación para agua categoría 3 en aguas del canal de regadío de Chuquitanta.
- Ho: Los filtros con concentraciones tipo 1 y 2 de arcilla, aserrín y plata coloidal, no son eficientes en más de un 70% en la recuperación para agua categoría 3 en aguas del canal de regadío de Chuquitanta.

### **1.6.2. Hipótesis específicas**

- H1: El filtro con concentración tipo 1 de arcilla, aserrín y plata coloidal, es eficiente en un 80% en la recuperación para agua categoría 3 en aguas del canal de regadío de Chuquitanta.
- Ho: El filtro con concentración tipo 1 de arcilla, aserrín y plata coloidal, no es eficiente en un 80% en la recuperación para agua categoría 3 en aguas del canal de regadío de Chuquitanta.
- H1: El filtro con concentración tipo 2 de arcilla, aserrín y plata coloidal, es eficiente en un 95% en la recuperación para agua categoría 3 en aguas del canal de regadío de Chuquitanta.
- Ho: El filtro con concentración tipo 2 de arcilla, aserrín y plata coloidal, no es eficiente en un 95% en la recuperación para agua categoría 3 en aguas del canal de regadío de Chuquitanta.

## **1.7. OBJETIVOS**

### **1.7.1. General**

- Determinar la eficiencia de los filtros a diferentes concentraciones tipo 1 y 2 de arcilla, aserrín y plata coloidal, en aguas del canal de regadío de Chuquitanta, para recuperar agua categoría 3.

### **1.7.2. Específicos**

- Determinar el porcentaje de recuperación para agua categoría 3 en aguas del canal de regadío de Chuquitanta, con el filtro concentración tipo 1 de arcilla, aserrín y plata coloidal.
- Determinar el porcentaje de recuperación para agua categoría 3 en aguas del canal de regadío de Chuquitanta, con el filtro concentración tipo 2 de arcilla, aserrín y plata coloidal.

## **II. MÉTODO**

## **2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

El desarrollo de la investigación presentado se realiza bajo el tipo de diseño experimental, ya que en medida se ha de manipular tantas veces la variable independiente para obtener los objetivos propuestos.

### **2.1.1. Tipo de estudio**

Esta investigación se desarrolla el tipo de estudio aplicativo, puesto que en el desarrollo de este se generan conocimientos que ayudan a la solución del problema que está relacionada a las aguas residuales en la cual se puede recuperar para fines de regadío de los cultivos de tallos cortos del fundo Chuquitanta.

### **2.1.2. Diseño del estudio**

El diseño corresponde al experimental, puesto que las concentraciones de la composición de los filtros tipo I y tipo II estarán sujetas a diversos elementos los cuales permitirán conocer la concentración ideal mostrando la eficiente en los filtros para la recuperación de aguas residuales. Al no tener una concentración estandarizada como antecedente. La fabricación de los filtros está sujeta a las experimentaciones que realice el investigador.

## **2.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE.**

Se describe en la Tabla N°3.

TABLA N°3: Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION/ UNIDAD	
Dependiente	Según la RAE, recuperar es volver a obtener lo que originalmente se tenía, las aguas residuales se logran recuperar mediante métodos convencionales como filtros y dependiendo de la eficiencia de los mismos en diversas categorías para agua.	La recuperación estará en función a un tratamiento convencional donde se emplean filtros con diversas proporciones de material empleados en su elaboración por lo que el agua resultante estará dentro de los ECAS para agua categoría 3, en donde la arcilla, el aserrín y la plata coloidal permiten minimizar las concentraciones originales constatándose con los parámetros físico-químico, orgánico y microbiológico según lo descrito en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.	Parámetros físicos – químicos del agua	Temperatura pH	°C	
Recuperación de aguas del canal de regadío de Chuquitanta				Cobertura pH	Unidad de pH	
				Conductividad Turbidez DBO5 DQO Oxígeno disuelto	uS/Cm UNT mg/L mg/L mg/L	
Independiente	La eficiencia según la RAE, es la capacidad en este caso del filtro el cual va a permitir recuperar parcial o total a las aguas que son contaminadas en el canal de regadío de Chuquitanta.	La eficiencia está en base a los componentes los cuales se evalúan en función a pruebas de plasticidad para arcilla, el aserrín y concentración de plata coloidal. Además, se evalúa el flujo de filtración y comprobar que el filtro retiene a los contaminantes en el agua. Soriano (2014).	Parámetros inorgánicos del agua	Cobre Plomo Cadmio Zinc Manganeso Hierro Arsénico	mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L	
				Parámetros microbiológicos del agua	Coliformes totales	NMP/100 ml
					Eficiencia del filtro 1	Concentración de componentes (arcilla, aserrín y plata coloidal)
Eficiencia de filtros a diferente concentración tipo 1 y 2 de arcilla, aserrín y plata coloidal	Flujo de filtración	ml/h				
		Eficiencia del filtro 2	Concentración de componentes (arcilla, aserrín y plata coloidal)	%		
Flujo de filtración	ml/h					

Fuente: Elaboración propia, 2017.



## **2.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO**

### **2.3.1. Población**

Siendo la población bajo estudio el canal de regadío de Chuquitanta el cual se encuentra ubicado en el distrito de San Martín de Porres, este representa para la investigación el punto focal del cual se pretende realizar la recuperación de aguas que han perdido sus características para categoría 3.

### **2.3.2. Muestra**

La muestra siendo la representación de la población bajo estudio se considera la obtención de agua del canal de regadío de Chuquitanta un volumen de 50 litros, cuyo volumen permite que se realicen los análisis fisicoquímicos y de algunos metales asimismo la recuperación de las aguas que están contaminadas mediante los filtros.

### **2.3.3. Muestreo**

Para el presente trabajo de investigación, el tipo de muestreo es puntual o instantánea, debido a que la muestra que se obtiene es recolectada aleatoriamente y que a su vez es representativa para el tiempo en que se realiza las tomas de muestra cuyos resultados son propios del momento y el lugar en que se realiza el muestreo de aguas del canal de regadío de Chuquitanta.

## **2.4. TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD**

### **2.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

En el trabajo de investigación han de emplearse diversas técnicas, para esto se recopila información de las diferentes etapas, logrando obtener de las aguas que provienen del canal de regadío de Chuquitanta las cuales vienen siendo contaminadas a aguas que se utilicen para el regadío de los cultivos a su vez determinar las concentraciones que se emplean en la elaboración de los tipos de filtro 1 y 2.

Para la elaboración de instrumentos estarán referenciados a los indicadores que se miden a lo largo de la investigación, tomando en cuenta las características de los materiales que se emplean para la elaboración de los filtros y determinar donde se ha de realizar las mediciones preliminares del canal de regadío de Chuquitanta, de igual manera para realizar la técnica de muestreo, manejo de muestras, medidas para asegurar la calidad, preservación y etiquetado que serán realizados en base al Protocolo de monitoreo de la calidad de recursos hídrico como lo dispone la Autoridad Nacional del Agua (ANA). En la tabla N°4, se describe las técnicas e instrumentos que se emplean.

TABLA N°4: Técnicas e instrumentos de recolección de datos

ETAPA	FUENTES	TECNICAS	INSTRUMENTOS	RESULTADOS
<b>Diagnóstico del lugar de estudio</b>	Canal de regadío Chuquitanta	Observación	Ficha técnica de recopilación de información (Anexo 1)	Determinación de puntos de muestreo
<b>Análisis de aguas residuales</b>	Agua del Canal de regadío Chuquitanta	Observación	Ficha técnica de recopilación de información (Anexo 1)	Determinación de parámetros fisicoquímicos, inorgánicos, microbiológicos, antes del tratamiento con los filtros.
<b>Elaboración de filtros</b>	Análisis en laboratorio	Observación	Ficha técnica de composición del filtro (Anexo 2)	Composición de arcilla, aserrín y plata coloidal empleada en la elaboración de los tipos de filtro
			Ficha técnica del filtro- componente arcilla (Anexo 3)	Cantidad y calidad de arcilla a utilizar en los filtros
			Ficha técnica del flujo del filtro. (Anexo 4)	Eficiencia del filtro para recuperar aguas para categoría 3.
<b>Análisis y comparación de resultados con filtros</b>	Análisis en laboratorio	Observación y Análisis de documentos	Ficha técnica de recopilación de información después del uso del filtro. (Anexo 5)	Determinación de parámetros fisicoquímicos, inorgánicos, microbiológicos, después del tratamiento con los filtros Comparación de resultados

Fuente: Elaboración propia.

### **2.4.2. Validación**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2010), la validez del instrumento es cuando este permita medir la variable objeto del estudio en cuestión asimismo el contenido del instrumento permita tener la información necesaria la cual es objeto de medición.

Para la validación se emplea el tipo de validez por contenido, el cual incluye indicadores que se condicionan a responder las características del estudio cuyo método de validez es por juicio de expertos, el cual es calificado por tres expertos docentes de la UCV y asesores en tesis de la facultad de ingeniería ambiental, en donde evalúan los contenidos de los instrumentos cuyo puntaje permitirá conocer si el instrumento es aceptable o no cumpliendo los requisitos para la validación de las mismas, estas se verifican del anexo N°1 al anexo N°5.

La validación de los instrumentos en función a la elaboración de las fichas tiene como base los estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, Decreto Supremo N°004-2017-MINAM, centrándose principalmente en el agua categoría 3, la ubicación de los puntos de monitoreo, parámetros y adecuación de muestras para su análisis según el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales R.J. N° 010-2016-ANA.

### **2.4.3. Confiabilidad**

La confiabilidad de los instrumentos se representa cuando estos aseguran que brindan datos precisos los cuales serán representativos en los resultados obtenidos al final del trabajo de investigación, por ello estas están validados por 3 expertos que han evaluado cada ítem de la ficha de validación con sus respectivos instrumentos que guardan concordancia con las variables, las mismas que no aplican modelos matemáticos por ser variables duras.

Los instrumentos son confiables puesto que se emplean medidas de concentraciones que son medidos por equipos calibrados, certificados, que tienen mantenimiento periódico, proporcionando valores no susceptibles al juicio del investigador.

## **2.5. ETAPAS DEL DESARROLLO DE LA ELABORACIÓN DE LOS FILTROS**

Estas etapas proporcionan datos para conocer el proceder y las pautas para acertar con la composición ideal de los filtros, los cuales permitan recuperar de las aguas contaminadas del canal de regadío de Chuquitanta en aguas para regadío cumpliendo con los estándares descritos en el ECA para agua.

### **2.5.1. Ubicación de la zona de muestra y medición de parámetros in situ**

#### **2.5.1.1. Ubicación de los puntos de muestreo**

La ubicación del lugar donde se realiza el muestreo en base al protocolo de monitoreo de agua, ANA.

Para determinar la ubicación del lugar de muestreo se emplea GPS, el cual proporciona información de las coordenadas UTM en el sistema WGS84, posteriormente se plasman en el programa ARCGIS 10.2 y con ello la elaboración del mapa, en la tabla N°5 se muestra los puntos de monitoreo.

TABLA N°5: Coordenadas UTM de los puntos de monitoreo

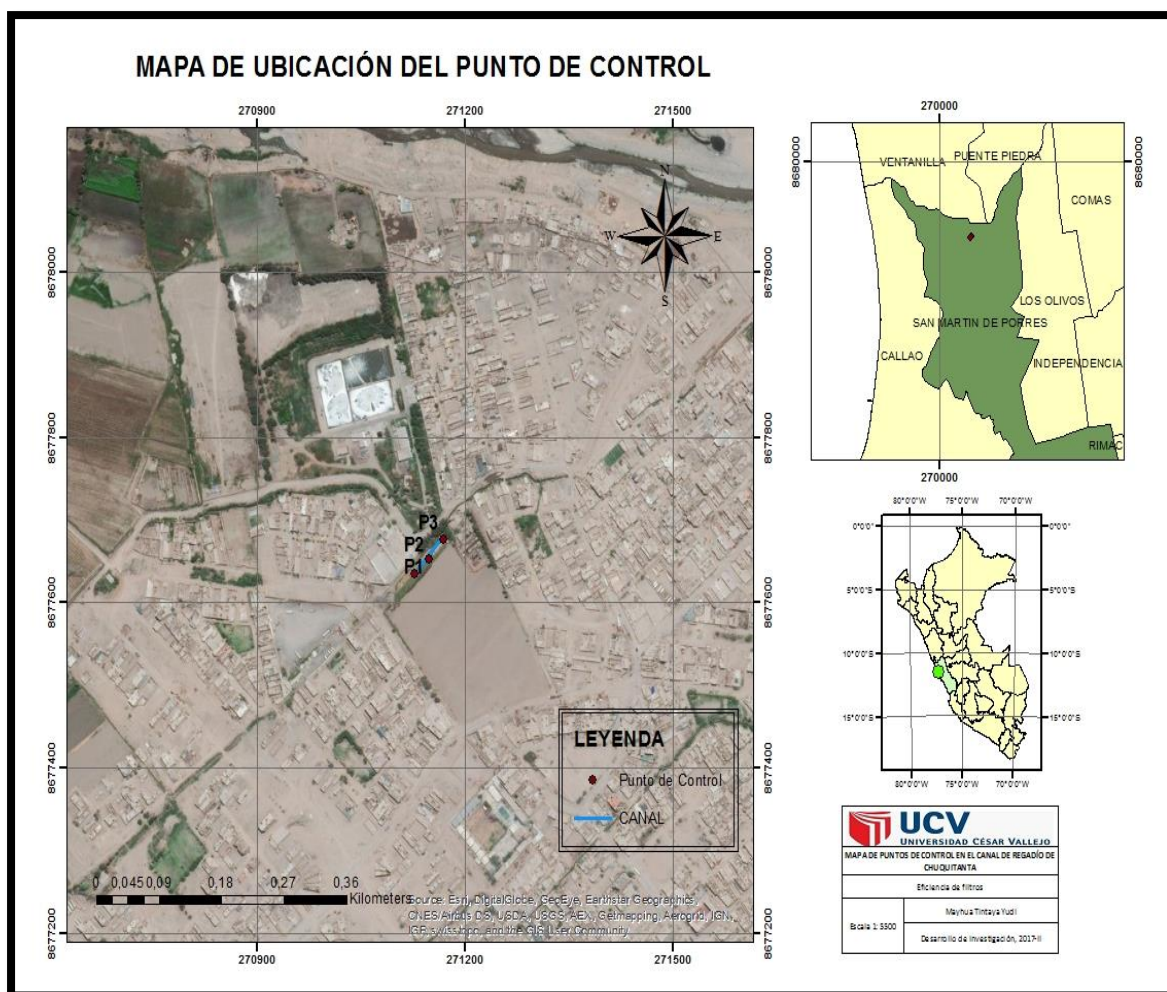
Coordenadas UTM	P1	P2	P3
<b>UTM ESTE X</b>	271 110	271 137	271 170
<b>UTM NORTE Y</b>	8 677 641	8 677 675	8 677 700

Fuente: Elaboración propia

Para la ubicación del punto de muestreo se ha de identificar la zona de estudio en la cual se empleó la ficha del anexo I, para la realización de las tomas de muestra se han de ubicar puntos de monitoreo aguas arriba y aguas abajo.

En aguas arriba, se considera a las que estén distantes de los efluentes que son a 50 m, como las descargas informales de las viviendas que están a lo largo del canal de regadío de Chuquitanta. En aguas abajo, se considera a la zona donde se asegure que existe una mezcla de los contaminantes al cuerpo receptor que es el fundo Chuquitanta esto a 100m.

Para la recolección de la muestra se toman entre los puntos de monitoreo p2 y p3 estando a 20m y 60m respectivamente de la compuerta. Las aguas a muestrear tendrán las mismas características de contaminación con las que ingresan por la compuerta ya que el muestreo es aleatorio logrando recolectar una muestra representativa del agua con la que se riega el fundo Chuquitanta. En la figura N°3, se plasma los 3 puntos de control basados en el protocolo de monitoreo según la Autoridad nacional del agua (ANA) para aguas superficiales.



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N°3: Ubicación del área de estudio

### 2.5.1.2. Medición de parámetros

Para la realización de exámenes en laboratorio es indispensable obtener una muestra aleatoria que sea representativa de las aguas del canal de regadío de Chuquitanta.

La muestra se obtiene mediante envases que estén limpios de boca ancha, los cuales se introducen a una profundidad de 20cm contracorriente, previamente enjuagados con la misma agua de muestreo un mínimo de 3 veces, la cantidad

será de 50 litros en envases de 1.5 L y otros en galoneras de 15 L aproximadamente.

In situ se miden ciertos parámetros como el pH, temperatura mostrados en la figura N°4. Luego las muestras son llevadas a laboratorio para hacer la realización de análisis fisicoquímicos como el oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno (DQO) y demanda biológica de oxígeno (DBO5).



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N°4: Medición de parámetros in situ

### **2.5.2. Descripción y obtención de materias primas para elaborar filtros**

En esta etapa se encuentran las materias primas que conforman a los filtros, para ello se han de realizar exámenes dependiendo de la materia prima que se emplea en la elaboración del filtro.

#### **2.5.2.1. Componente arcilla**

La arcilla con la que se elaboran los filtros procede del distrito de Puente Piedra, en donde hay reservas de este elemento teniendo como particularidad la alta plasticidad según manifiestos de los alfareros de la zona que trabajan con esta



arcilla. Posteriormente se corroboró con exámenes en laboratorio dicha característica.

La arcilla en su estado natural se encuentra en formas de rocas por lo que se dejó secar durante 2 días a temperatura ambiente, luego se tuvo que pasar por una molienda para obtener partículas finas y pasarlas por mallas N°40 y N°325, y con estas poder realizar los demás análisis en la arcilla.

En base a la Guía para muestreo de suelos del MINAM, se obtiene una muestra representativa mediante la técnica del cuarteo, la cual se hace las separaciones en cuatro partes cogiendo los extremos opuestos, esta a su vez se homogenizan y se vuelve a realizar las reparticiones y se cogen nuevamente de los extremos opuestos como se muestra en la figura N°5.



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N°5: Método del cuarteo

Obteniendo una muestra representativa se le realizaron las siguientes pruebas en laboratorio:

- **Prueba de humedad**, con la finalidad de conocer cuanta humedad contiene nuestra muestra se toma una muestra de 100 gr de arcilla la cual se pesa en una balanza digital para luego llevarlo al horno a una temperatura de 105 °C por 2 horas y se registran los datos.

- **Textura**, según la FAO una prueba rápida es por el método de manipulación que consiste en formar una bola de 3 cm de diámetro agregándole unas gotas de agua, luego estirarlo hasta unos 15 cm de largo y con ello formar un círculo y observar si forma grietas, en caso no sucediera se puede decir que es arcilla.

Se envía una muestra de arcilla pulverizada a laboratorio de la facultad de ingeniería geología, minera y metalúrgica de la UNI, para el análisis granulométrico.

#### 2.5.2.2. Componente aserrín

Se ha de tomar en cuenta que el aserrín se obtiene de diferentes madereras que están ubicadas en la av. Izaguirre con Universitaria en Los Olivos, procedentes de las maderas de Tornillo, Marupa y Cedro.

Para liberar de cualquier componente como piedras, arena u otros elementos se somete a un lavado previo, y luego se dejan secar a temperatura ambiente por un aproximado de 15 días mostrados en la figura N°6.



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N°6: Lavado y secado del aserrín

Posteriormente se pasará a malla para que queden retenidos las partículas de mayor tamaño y solo queden las finas que son las que se necesitan para la elaboración de filtros, las mallas que se empleadas son N°40, N°325 y N°400.

Una muestra de 300 g de aserrín es llevada al laboratorio de la facultad de ingeniería geología, minera y metalúrgica de la UNI, para el análisis de cadmio ya que este se encuentra por lo general acumulado en los suelos resultando ser muy toxico por ello se mide la cantidad de Cd en el agua y con fines de no tener interferencias se realiza este análisis también en el aserrín.

### **2.5.2.3. Plata coloidal**

Para la elaboración de este material se tuvo como referencia las investigaciones de otros autores cuyo método utilizado por lo general es la electrolisis como Lantagane, (2001) en su investigación indico que la plata coloidal comercial es eficaz a una concentración de 2.3% de 20 ppm.

En la investigación se optó por colocar 2 varillas de plata al 99.9% de pureza de 15 cm de largo por 2.5 cm de ancho con un grosor de 0.5 cm, a la cual se colocó para cada barra cocodrilos respectivamente a un voltaje de 12 voltios por 4 horas obteniendo finalmente una plata coloidal de 25.6 ppm, en todo el procedimiento se trabaja con agua destilada, observados en la figura N°7.



Fuente: Elaboración propia

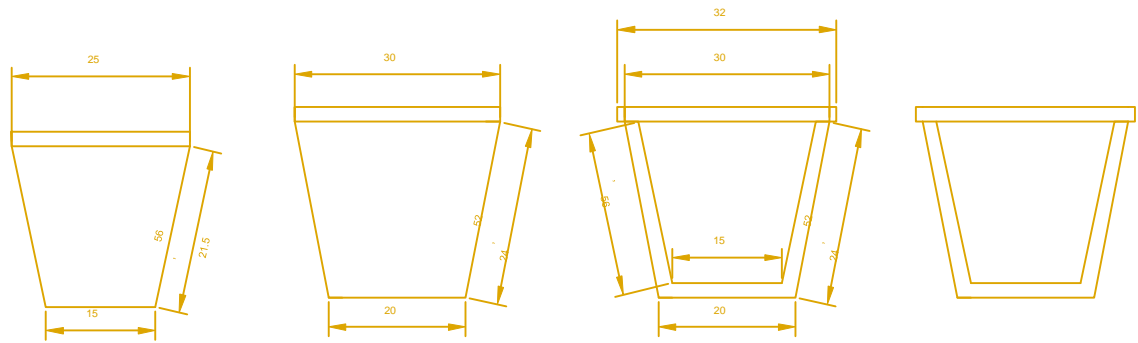
FIGURA N°7: Obtención de la plata coloidal

Posteriormente se realizaron pruebas para determinar las características de la plata coloidal obtenida, como paso de la luz en donde paso linealmente. Se almacenan en frasco oscuro para evitar su degradación y finalmente impregnarlas en los filtros de tipo 2.

### **2.5.3. Elaboración y composición de los filtros**

#### **2.5.3.1. Elaboración del diseño del filtro**

Al no tener un modelo estándar se experimentó con diversas formas teniendo en cuenta que en trabajos anteriores habían realizado de manera artesanal los moldes para filtros por lo que en una primera instancia se probó con un modelo a base de metal compuesta por dos piezas: la primera contendría a la segunda llamada pieza positiva, esta tiene 30 cm de diámetro en la parte superior con 20 cm de diámetro en la base con altura de 26 cm , el otro molde esta con una disminución de 2.5 cm en todo su alrededor como se muestra en la figura N°8, al no dar los resultados esperados se descarta esta posibilidad.



Fuente: Elaboración propia  
 FIGURA N°8: Diseño de filtros

Se trabajó en base a las formas manuales, en un centro cerámico ubicado en el distrito de Puente Piedra. El primer trabajo radico tener un prototipo de molde para filtros en función a un balde de 20 litros. Para esto se conocían las concentraciones de arcilla y aserrín que se emplearía, se probó con un roller de manera manual pero el primero resulta inexacto en la composición de materiales debido a que a mayor cantidad de aserrín hacía que la masa sea menos plástica, y se agregaba constantemente arcilla para que no se quiebre, por lo que se trabaja durante toda la investigación con un molde de yeso como se observa en la figura N°9.



Fuente: Elaboración propia  
 FIGURA N°9: Modelos de filtros en yeso

Se crearon en total 6 modelos teniendo en cuenta que unas tienen concentración tipo 1 y las otras restantes concentración tipo 2.

### 2.5.3.2. Composición de los filtros

Los filtros de tipo 1 y tipo 2 están compuestas de arcilla y aserrín en diferentes cantidades, tal como está descrito en la tabla N°6.

Inicialmente se determina para realizar las comparaciones posteriores que los filtros tipo I, deben tener más aserrín a diferencia de los filtros tipo II y en viceversa la cantidad de arcilla.

TABLA N°6: Composición de los filtros tipo 1 y tipo 2

PARÁMETROS	CONCENTRACIONES	COMPOSICION %	COMPOSICION gr	AGUA	GROSOR	#MALLA
<b>FILTRO TIPO 1</b>	CONCENTRACIÓN TIPO 1	Arcilla 69%, Aserrín 31%	Arcilla 4500 Aserrín 1 400	750 ml	2.5	400
	CONCENTRACION TIPO 2	Arcilla 71%, Aserrín 29%	Arcilla 5 500, Aserrín 1 600	800 ml	3	400
	CONCENTRACION TIPO 3	Arcilla 74%, Aserrín 26%	Arcilla 5 000, Aserrín 1 300	750 ml	3	400
<b>FILTRO TIPO 2</b>	CONCENTRACIÓN TIPO 4	Arcilla 80%, Aserrín 20% Plata coloidal 25.6 ppm	Arcilla 6 000, Aserrín 1 200	800 ml	2.5	325
	CONCENTRACIÓN TIPO 5	Arcilla 82 %, Aserrín 18% y Plata coloidal 25.6 ppm	Arcilla 6 150, Aserrín 1 080 y Plata coloidal 25.6 ppm	800 ml	2.5	325

Fuente: Elaboración propia.

#### 2.5.4. Pruebas de flujo de filtración

Los moldes se dejaron secar a temperatura ambiente por 24 horas para luego ser llevados a un horno a una temperatura de 1090°C y posteriormente dejarlos enfriar.

Antes de realizar las pruebas de filtración se tuvieron que sumergir en agua y así permitir que los poros formados puedan estar libre para el paso del agua que queremos filtrar como se observa en la figura N°10.



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N°10: Formación de poros en el filtro

Teniendo los filtros listos se ponen a prueba, así determinamos aquellos filtros que permitan tener un volumen de agua esperado a un tiempo de 1 hora que es valor referencial, observando que mayor flujo tienen los filtros tipo 2 como se puede observar en la tabla N°7.

TABLA N°7: Flujo de filtración de filtro tipo 1 y tipo 2

FILTROS	COMPOSICION	TIEMPO	FLUJO DE FILTRACION
<b>FILTRO TIPO 1</b>	F1C1	1h	215 ml
	F1C2	1h	380 ml
	F1C3	1h	350 ml
<b>FILTRO TIPO 2</b>	F2C4	1h	450 ml
	F2C5	1h	455ml

Fuente: Elaboración propia.

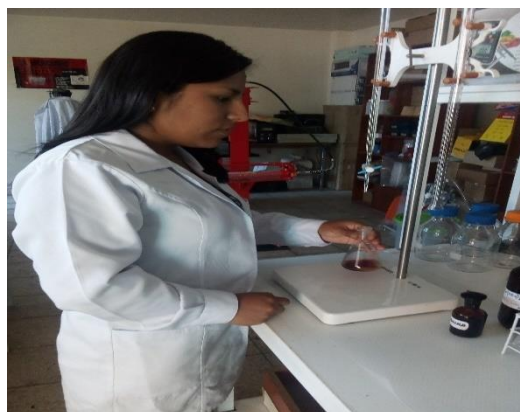
### **2.5.5. Medición de parámetros en agua provenientes de los filtros en el laboratorio**

Al inicio se realiza los exámenes en aguas del canal de regadío de Chuquitanta las cuales resultan estar contaminadas, por ello la importancia de poner en prueba los filtros y conocer si estos logran reducirlos, asimismo realizar la comparación entre los filtros tipo I y filtros tipo II y determinar cuál es más eficiente. Se realizan los parámetros fisicoquímicos entre ellos:

#### **2.5.5.1. Medición de Oxígeno disuelto (OD)**

Para este análisis se requiere 300 ml de muestra que se llevan a un Winkler, se le agrega 1ml de sulfato de manganeso, 1 ml álcali yoduro acida y un 1ml de ácido sulfúrico, se mezcla invirtiendo el frasco varias veces evitando formar burbujas de aire, el excedente se elimina convirtiéndose un color ladrillo y dejar reposar por 5 min, luego se lleva a titular con tiosulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ), empleando como indicador el almidón con unas 4 a 5 gotas que se vierten a un matraz con 100 ml de la muestra preparada.

Se observan los cambios de color de la reacción resultando por orden: Ladrillo – azul oscuro- incoloro, tal como se refleja en la figura N°11.



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N°11: Titulación para Oxígeno disuelto



Finalmente se registra el volumen gastado del titulante y se realizan los cálculos los cuales se describen en la tabla N°8.

TABLA N°8: Cálculos para determinar Oxígeno disuelto por el método Winkler.

MUESTRA	Volumen de la muestra inicial	Volumen de la botella Winkler	Vol. gastado del Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .5H <sub>2</sub> O	Normalidad del Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .5H <sub>2</sub> O
<b>AGUA DE REGADIO DE CHUQUITANTA</b>	100 ml	300 ml	1.7 ml	0.025N
$OD = \frac{Vol\ gast.\ tiosulfato \times N_{tiosulfato} \times 8000 \times Vol.\ botella}{vol\ mx\ (v_{botella} - 2)}$ $OD = \frac{1.7\ ml \times 0.025N \times 8000 \times 300ml}{100ml\ (300ml - 2)}$ $OD = 3.42\ mg/L\ de\ O_2\ disuelto.$				

Fuente: Elaboración propia

### 2.5.5.2. Medición de la Demanda química de oxígeno (DQO)

Para medir el DQO, se han de preparar 2 muestras un blanco y otro donde tenga la muestra de agua a analizar. En un tubo de ensayo con tapa, se incorpora 3 ml de la muestra a la cual se adiciona 3ml de Dicromato de Potasio (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) y 3ml de ácido sulfúrico-plata, lo cual se verterá a un matraz al cual se le adiciona 4 gotas de ferroina que es el indicador y en la bureta se tendrá al titulante que es el sulfato ferroso amoniacal Fe(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O al 0.25N llevando a la titulación, los colores varían de VERDE-AZUL-ROJO y los cálculos se describen en la tabla N°9.

TABLA N°9: Cálculos para determinar Demanda Química de Oxígeno DQO

MUESTRA	Vol. De la muestra	Vol gastado del blanco	Vol gastado de la muestra	Normalidad de Sulfato Ferroso Amoniacal Fe (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> 6H <sub>2</sub> O	Factor
<b>Filtro F2C4</b>	3 ml	2.8 ml	2.7 ml	0.25 N	8000
$DQO = \frac{(V_{gast.Bl} - V_{gast.Mx}) N \times 8000}{V_{mx}}$ $DQO = \frac{(2.8 \text{ ml} - 2.7 \text{ ml}) 0.25 N \times 8000}{3 \text{ ml}}$ $DQO = 66.7 \text{ mg/L}$					

Fuente: Elaboración propia

### 2.5.5.3. Medición de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)

Se ha de conocer primero valores de OD inicial y DQO, luego preparar una solución que contenga: buffer de fosfato, sulfato de magnesio (MgSO<sub>4</sub>), cloruro de calcio (CaCl<sub>2</sub>) y cloruro férrico (FeCl<sub>3</sub>) un 1 ml de cada una de estas con 1 litro de agua destilada, la cual se satura con oxígeno mediante un aireador

En un Winkler de 300 ml de capacidad se vierte la muestra de agua a analizar cuya dilución es al 5% según dilución propuesta en función del valor del DQO por Lozano- Rivas (2012) siendo el volumen de la muestra 60ml completando con la solución diluyente para llevarse a incubar a una temperatura de 20°C por 5 días en un frasco oscuro o alejado de la luz. Finalmente, transcurrido los 5 días se realiza el cálculo para oxígeno disuelto final la misma que se halla para el oxígeno disuelto inicial.

Los demás parámetros fueron medidos por un multiparámetro como pH, temperatura, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos y la turbidez en un turbidímetro calibrado como se observa en la figura N°12, en la cual cuenta con patrones en unidades NTU, en el frasco que contiene el equipo previamente se enjuaga con agua destilada y luego se vierte la muestra de agua a analizar, se introduce para la lectura teniendo cuidado de coger la parte baja del frasco para que no haya variación en los resultados.



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N°12: Manejo del turbidímetro

## 2.6. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

Para analizar los datos obtenidos de los exámenes realizados in situ y en laboratorio de las muestras de aguas contaminadas del canal de riego de Chuquitanta y las aguas que provienen de los filtros tipo I y II, se emplea el modelo estadístico análisis de varianza ANOVA de un factor.

El ANOVA de un factor permite realizar las comparaciones de los filtros tipo 1 y tipo 2, puesto que se analiza las varianzas con la finalidad de determinar si las medias difieren una de la otra comparando la hipótesis nula que tiene medias

iguales con la hipótesis alternativa en la cual debe ser diferente al menos en un valor esperado.

Los datos que brinde este análisis están relacionados en la eficiencia de los filtros ya sea tipo I o II con respecto a la recuperación de las aguas del canal de regadío de Chuquitanta.

### **III. RESULTADOS**

### 3.1. RESULTADOS DEL FLUJO DE FILTRACIÓN

Se ponen a prueba los filtros tipo 1 y tipo 2 a diferente concentración para determinar en una hora el volumen de muestra tratada se puede obtener, influenciado directamente de las concentraciones de cada elemento como se describe en la tabla N°10.

TABLA N°10: Resultados del flujo de filtración de los filtros

FILTROS	COMPOSICION	TIEMPO	FLUJO DE FILTRACION
FILTRO TIPO 1	F1C1	1h	215 ml
	F1C2	1h	380 ml
	F1C3	1h	350 ml
FILTRO TIPO 2	F2C4	1h	450 ml
	F2C5	1h	455ml

Fuente: Elaboración propia

#### 3.1.1. Resultados del análisis de varianza (ANOVA) para flujo de filtración

En la tabla N°11, se presentan estadísticos descriptivos como media aritmética y desviación estándar, se observa que el filtro II ofrece mayor flujo de filtración en relación con el filtro tipo I.

TABLA N°11: Análisis de varianza (ANOVA) para flujo de filtración

Descriptivos								
flujo_filtración								
	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media			
					Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo
Tipo I	3	248,3333	32,53204	18,78238	167,5193	329,1474	215,00	280,00
Tipo II	2	452,5000	3,53553	2,50000	420,7345	484,2655	450,00	455,00
Basal	3	1000,0000	10,00000	5,77350	975,1586	1024,8414	990,00	1010,00
Total	8	581,2500	357,37885	126,35250	282,4738	880,0262	215,00	1010,00

Fuente: Elaboración propia

En las tablas N°12 y N°13 se ofrecen los resultados de la prueba ANOVA. La tabla N°11 contiene el estadístico F. Para su interpretación, observamos el valor de Sig. ( $p= 0,000, < 0,05$ ) por lo tanto, podemos rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias y en conclusión es posible afirmar que al menos dos medias son diferentes en razón del flujo de filtración de los filtros propuestos para el agua del canal de regadío de Chuquitanta.

TABLA N°12: Estadístico F para flujo de filtración

<b>ANOVA</b>					
<u>flujo_filtración</u>					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	891708,333	2	445854,167	957,111	,000
Dentro de grupos	2329,167	5	465,833		
Total	894037,500	7			

Fuente: Elaboración propia

Observando la tabla N°12, tabla de las comparaciones múltiples vemos que el filtro tipo II es diferente al filtro tipo I. Siendo el de mayor flujo de filtración el filtro tipo II.

TABLA N° 13: Comparaciones múltiples para flujo de filtración

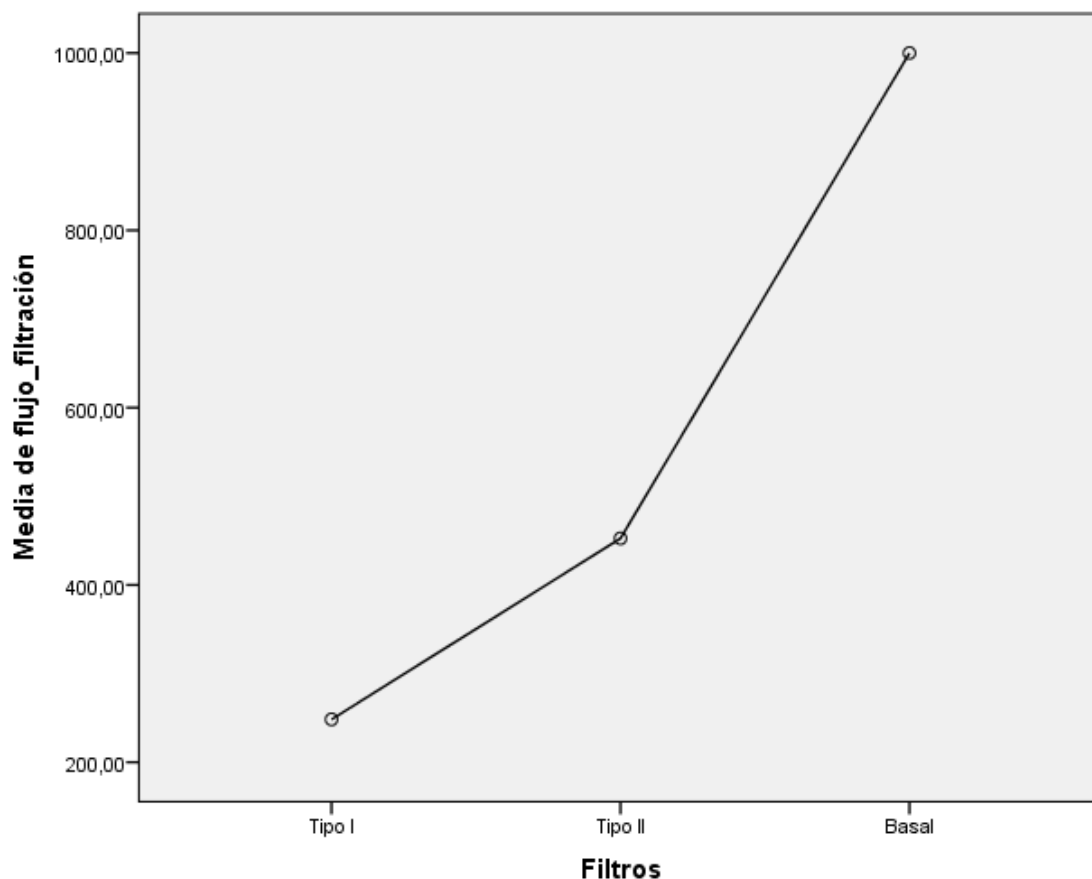
<b>Comparaciones múltiples</b>						
Variable dependiente: flujo_filtración						
Bonferroni						
(I) Filtros	(J) Filtros	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Tipo I	Tipo II	-204,16667*	19,70265	,000	-273,7980	-134,5353
	Basal	-751,66667*	17,62259	,000	-813,9468	-689,3865
Tipo II	Tipo I	204,16667*	19,70265	,000	134,5353	273,7980
	Basal	-547,50000*	19,70265	,000	-617,1313	-477,8687
Basal	Tipo I	751,66667*	17,62259	,000	689,3865	813,9468
	Tipo II	547,50000*	19,70265	,000	477,8687	617,1313

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Elaboración propia

Finalmente presentamos la figura N°13, gráfico de líneas o de perfil representando los promedios del flujo de filtración.

Podemos observar que el flujo de filtración es mayor en el filtro tipo II ( $p=0.000$ ).



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N°13: Figura de líneas para flujo de filtración

### 3.2. RESULTADOS DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

Los parámetros fisicoquímicos se realizaron en aguas de riego de Chuquitanta que es la muestra inicial y las aguas que pasaron por los filtros tipo I y filtros tipo II, como se observan en la tabla N°14, los mismos que se hacen comparación con los valores de referencia según lo dispuesto en ECAS para agua categoría 3.



TABLA N°14: Resultados de parámetros Fisicoquímicos

PARÁMETROS	UNIDAD	ECA 2017	AGUA INICIAL	FILTRO T1C1	FILTRO T1C2	FILTRO T1C3	FILTRO T2C4	FILTRO T2C5
pH	Unidad de pH	6,5 - 8,5	8.24	8.5	8.45	8.37	8.5	8.6
Temperatura	°C	Δ3	21.8	21	21	21	21.5	22.5
Conductividad eléctrica	μS/cm	2 500	1 675	1 652	1 005	1 135	1 608	1 883
Turbidez	NTU	*100	326	8.5	13.5	10.5	9.5	9.48
Sólidos disueltos totales	ppm	**1000	1056.8	1 092	745	761	1 001	1 020
Oxígeno disuelto	mg/L	≥ 4	3.42	5.72	5.73	5.35	5.82	5.8
DQO	mg/L	40	33.33	40	50	58	66.7	66.7
DBO5	mg/L	15	0.23	0.17	0.1	4	0.19	0.2

\*Valor referencial para agua Categoría 1, Subcategoría A2 (Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional) DS. 004-2017 MINAM.

\*\* valor referencial según la OMS en Guías para la calidad de agua (1984), a partir de 1993 no se propone valor alguno por no encontrar daños a la salud.

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que los parámetros de pH y temperatura no hay variación significativa teniendo en cuenta que el parámetro pH en los filtros tipo I y II sucede debido a que en ambos se han podido remover contaminantes lo cual no acidifican el agua recuperada por estos.

La temperatura al ser relativamente estable permite tener una concordancia con las demás variables ya que a mayor temperatura el oxígeno se hace menos soluble, es mas a esta temperatura no se generan las reacciones aceleradas de los microorganismos o crecimientos de algas, elemento que no se evidencio en la toma de muestra.

La conductividad eléctrica está sumamente relacionada con la turbidez y los sólidos disueltos del agua ya que los sólidos disueltos tienen carga positiva y negativa aniones y cationes que hacen que el agua obtenga carga que influye directamente en la calidad de la misma.

### 3.3. RESULTADOS DE TURBIDEZ

La turbidez es un parámetro influyente en la calidad del agua y bajo las condiciones iniciales y las que luego por tratamiento convencional mediante los filtros tipo I y tipo II, se sintetizan en la tabla N°15, donde se presentan estadísticos descriptivos como media aritmética y desviación estándar, mostrando que los filtros I y II reducen considerablemente la turbidez.

TABLA N°15: Resultados de turbidez

Descriptivos								
turbidez								
	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media			
					Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo
Tipo I	3	10,8333	2,51661	1,45297	4,5817	17,0849	8,50	13,50
Tipo II	2	9,4900	,01414	,01000	9,3629	9,6171	9,48	9,50
Basal	3	326,0000	10,00000	5,77350	301,1586	350,8414	316,00	336,00
Total	8	128,6850	163,48623	57,80111	-7,9929	265,3629	8,50	336,00

Fuente: Elaboración propia

En las tablas N°16 y N°17 se ofrecen los resultados de la prueba ANOVA. La tabla N°16 contiene el estadístico F. Para su interpretación, observamos el valor de Sig. ( $p= 0,000, < 0,05$ ), por lo tanto, podemos rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias y en conclusión es posible afirmar que al menos dos medias son diferentes en razón de turbidez del agua del canal de regadío de Chuquitanta.

TABLA N°16: Estadístico F para resultado de turbidez

**ANOVA**

turbidez					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	186881,570	2	93440,785	2196,882	,000
Dentro de grupos	212,667	5	42,533		
Total	187094,237	7			

Fuente: Elaboración propia

Observando la tabla N°17, donde muestra las comparaciones múltiples para filtros tipo I y tipo II es diferente al basal. Los filtros I y II no son estadísticamente diferentes solo existe una mínima diferencia entre las mismas, pero ambas reducen significativamente la turbidez de la muestra inicial.

TABLA N°17: Comparaciones múltiples para la turbidez

**Comparaciones múltiples**

Variable dependiente: turbidez

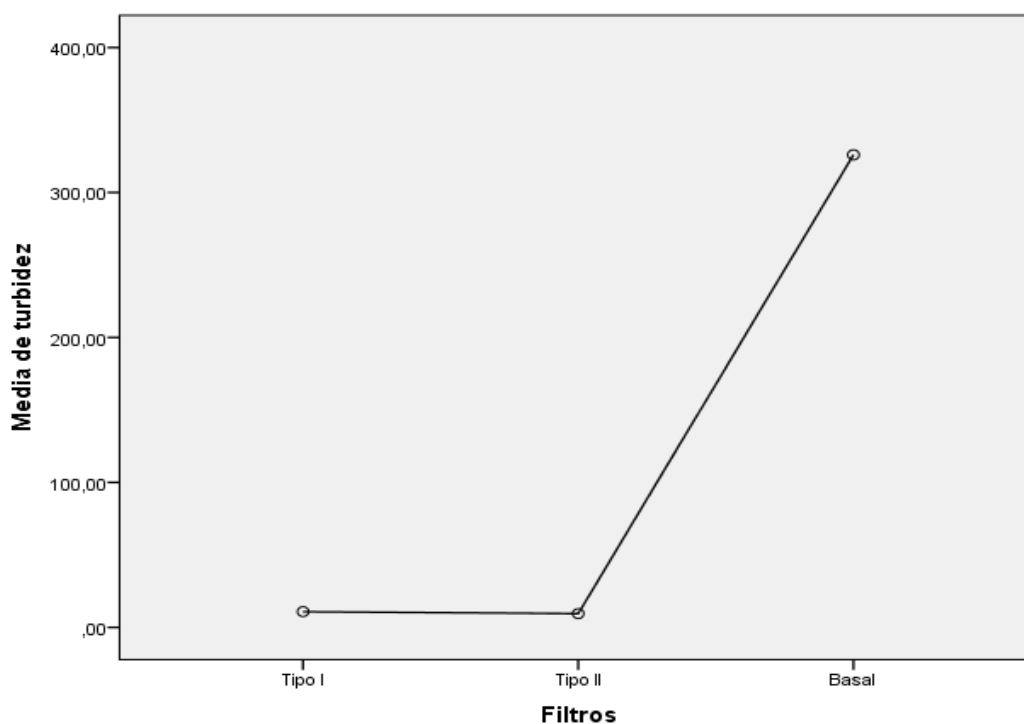
Bonferroni

(I) Filtros	(J) Filtros	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Tipo I	Tipo II	1,34333	5,95353	1,000	-19,6971	22,3838
	Basal	-315,16667*	5,32500	,000	-333,9858	-296,3475
Tipo II	Tipo I	-1,34333	5,95353	1,000	-22,3838	19,6971
	Basal	-316,51000*	5,95353	,000	-337,5504	-295,4696
Basal	Tipo I	315,16667*	5,32500	,000	296,3475	333,9858
	Tipo II	316,51000*	5,95353	,000	295,4696	337,5504

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Elaboración propia

Finalmente se presenta la figura N°14, figura de líneas o de perfil representando los promedios de las tres muestras, en esta figura se observa que la turbidez promedio de los filtros I y II logran remover significativamente la turbidez del agua del canal de regadío de Chuquitanta.



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N°14: Figura de líneas para la turbidez

### 3.4. RESULTADOS DE COLIFORMES TOTALES

Los Coliformes totales se redujeron considerablemente en los filtros tipo 2, ya que estos contenían plata coloidal a diferencia del filtro tipo 1 que no lo contenía, logrando también reducirlos como se describe en la tabla N°18.

TABLA N°18: Resultados de Coliformes

Muestra	Unidades	COLIFORMES TOTALES ECA CATEGORIA 3	COLIFORMES TOTALES
<b>Muestra inicial</b>	NMP/100 ml	1 000	1 700
<b>Filtro F1C1</b>	NMP/100 ml	1 000	853
<b>filtro F2C4</b>	NMP/100 ml	1 000	15
<b>Filtro F2C5</b>	NMP/100 ml	1 000	10

Fuente: Elaboración propia

### 3.4.1. Resultados de Análisis de varianza (ANOVA) para Coliformes

En la tabla N°19, se presentan estadísticos descriptivos como media aritmética y desviación estándar, mostrando que el filtro II ofrece menores valores promedio de Coliformes con relación al filtro tipo I.

TABLA N°19: Análisis de varianza (ANOVA) para Coliformes

Descriptivos								
coliformes								
	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media			
					Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo
Tipo I	3	853,3333	65,06407	37,56476	691,7052	1014,9614	790,00	920,00
Tipo II	2	15,0000	7,07107	5,00000	-48,5310	78,5310	10,00	20,00
Basal	3	1000,0000	10,00000	5,77350	975,1586	1024,8414	990,00	1010,00
Total	8	698,7500	428,90017	151,63911	340,1805	1057,3195	10,00	1010,00

Fuente: Elaboración propia

En las tablas N°20 y N°21 se ofrecen los resultados de la prueba ANOVA. La tabla N°20 contiene el estadístico F. Para su interpretación, observamos el valor de Sig. ( $p= 0,000$ ,  $< 0,05$ ), por lo tanto, podemos rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias y en conclusión es posible afirmar que al menos dos medias son diferentes en razón de coliformes retenidos por los filtros propuestos para el tratamiento del agua del canal de regadío de Chuquitanta.

TABLA N°20: Prueba ANOVA para Coliformes totales

ANOVA					
coliformes					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1278970,833	2	639485,417	366,818	,000
Dentro de grupos	8716,667	5	1743,333		
Total	1287687,500	7			

Fuente: Elaboración propia

Observando la tabla N°21 tabla de las comparaciones múltiples, el filtro tipo II es diferente al filtro tipo I. Siendo el de menor valor para coliformes el filtro tipo II.

TABLA N°21: Comparaciones múltiples para Coliformes

**Comparaciones múltiples**

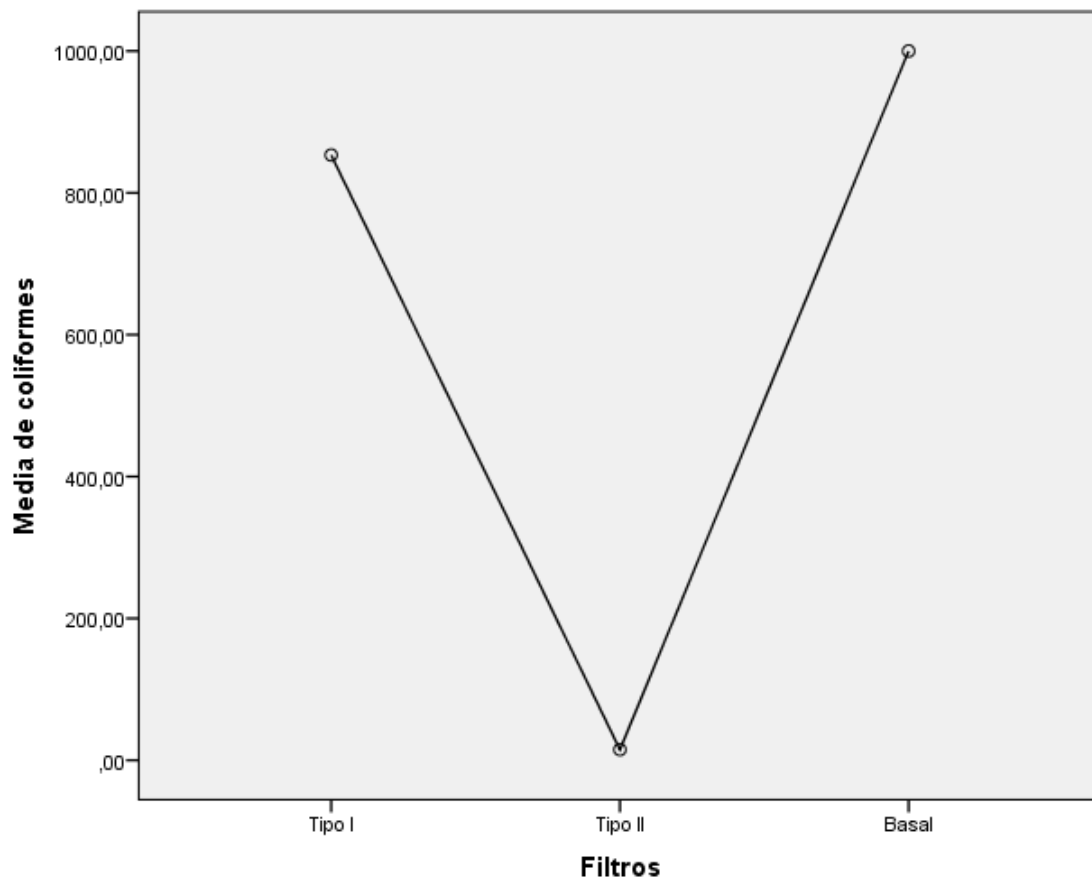
Variable dependiente: coliformes  
Bonferroni

(I) Filtros	(J) Filtros	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Tipo I	Tipo II	838,33333 <sup>*</sup>	38,11532	,000	703,6296	973,0371
	Basal	-146,66667 <sup>*</sup>	34,09138	,023	-267,1494	-26,1840
Tipo II	Tipo I	-838,33333 <sup>*</sup>	38,11532	,000	-973,0371	-703,6296
	Basal	-985,00000 <sup>*</sup>	38,11532	,000	-1119,7038	-850,2962
Basal	Tipo I	146,66667 <sup>*</sup>	34,09138	,023	26,1840	267,1494
	Tipo II	985,00000 <sup>*</sup>	38,11532	,000	850,2962	1119,7038

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Elaboración propia

Finalmente presentamos la figura N°15, gráfico de líneas o de perfil representando los promedios de coliformes podemos observar que coliformes es menor en el filtro tipo II ( $p=0.000$ ).



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N°15: Figura de líneas de Coliformes

### 3.5. RESULTADOS DE PARAMETROS INORGÁNICOS

En el agua del canal de regadío de Chuquitanta no se detectaron concentraciones de metales muy altos solo en el caso del Mn y Cd sobrepasaron los valores de referencia como se puede apreciar en la tabla N°22.

Existe presencia de manganeso Mn en un 0.9 mg/L en la muestra inicial, lo cual indica que probablemente un compuesto orgánico como un pesticida a base de manganeso (Maneb) haya sido utilizado y eliminado en las aguas del canal de regadío, al ser muy reactivo este puede causar daños respiratorios

Parkinson y otros (DIGESA), pero el filtro tipo II concentración 4 logra reducir en un 98.9%.

TABLA N°22: Resultados de la medición de parámetros inorgánicos

PARÁMETROS	UNIDAD	ECA CATEGORÍA 3	MUESTRA INICIAL	MUESTRA F2C4	REMOCIÓN
Cobre -Cu	mg/L	0.2	0.0128	0.0077	40%
Plomo -Pb	mg/L	0.05	0.0578	0.0038	93%
Cadmio -Cd	mg/L	0.01	0.0925	0.0056	94%
Zinc -Zn	mg/L	2	0.0991	0.0471	52.5%
Manganeso -Mn	mg/L	0.2	0.9249	0.0101	98.9%
Hierro -Fe	mg/L	5	0.8687	0.3607	58.5%
Arsénico-As	mg/L	0.1	0.0083	0.0008	90.4%

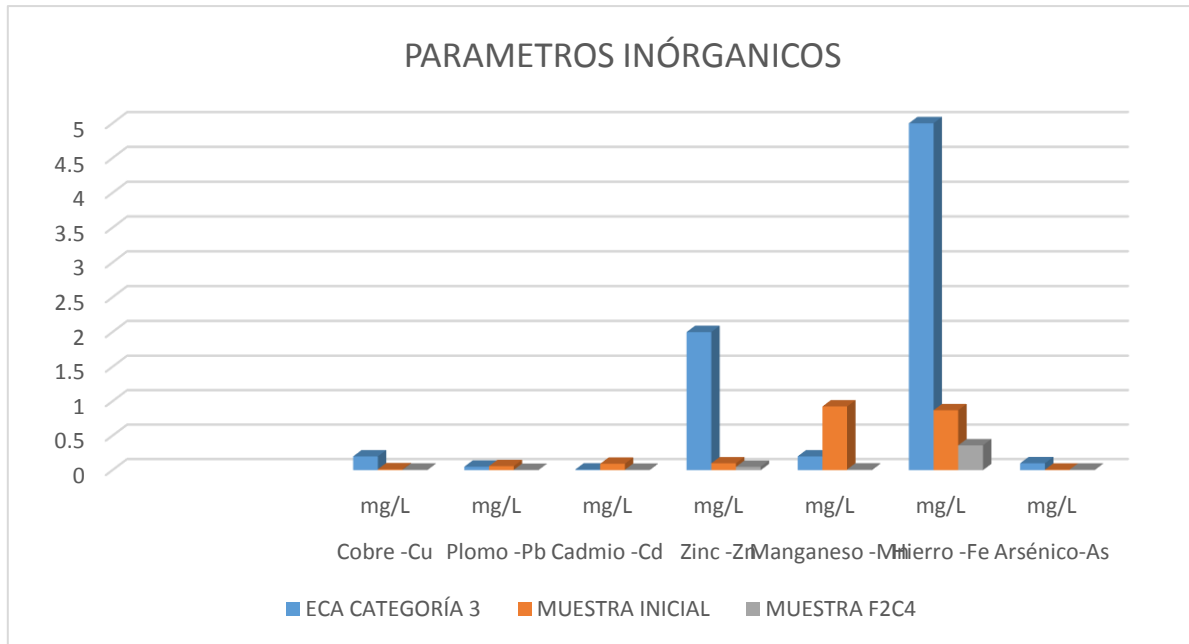
Fuente: Elaboración propia

Otro parámetro que sobrepasa el ECA categoría 3 es el Cadmio Cd, y este valor hace es el resultado de la quema de desechos domésticos que por medio del aire se acumulan en el agua, además de los vertidos de desechos que desembocan en el canal de regadío, lo que correlaciona que este valor este alto el cual expone la salud de los pobladores de esta zona, estos valores se ven con mayor detalle en figura N°16.

En este canal también llegan animales que toman agua acumulando en sus tejidos el metal y en las hortalizas ya que son regadas por estas aguas. El consumo de alimentos provenientes de esta zona produce enfermedades cancerígenas y otras que afectan al sistema óseo.



FIGURA N°16: Comparación de los resultados para parámetros inorgánicos



Fuente: Elaboración propia

#### IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El flujo de filtración esta dado en función al tamaño del poro de los filtros teniendo en cuenta que para los filtros tipo 1 se emplea una malla #400 con una abertura de 0.038 mm y para los filtros tipo 2 la malla # 325 cuya abertura es de 0.045mm, el cual en el tipo 1 no se obtuvo el volumen de agua que se esperaba que es de 1l/h y menor al de tipo 2, que a diferencia del autor Barrientos(2016), que empleo mallas #60 con abertura 0.250mm y #200 con abertura de 0.075mm, las cuales fueron mayores al tamaño de las bacterias el cual tuvo mayor flujo de agua 2.3 l/h pero no redujo los Coliformes ya que fue solo en un 50%, es por esto que el flujo de filtración fue descartado para medir la eficiencia de los filtros.

La mayor parte de autores sugieren el uso de plata coloidal con variaciones de ppm. Sandra Vidal (2010), indica que debe ser a 21ppm, Lerma (2012) a 20 ppm

y otros autores que sugieren que sea comprado como es el caso de Soriano (2014) y Lantagne (2001) pero al 3.2%, por ello se trabajó con una corriente de 12 voltios por 4 horas donde se obtuvo 25.6 ppm de plata coloidal teniendo una remoción de coliformes de 1 700 NMP/100 ml a 10 NMP/100ml en el F2C5, siendo diferente a los autores anteriores por lo que no hay un valor estandarizado de la concentración con la que se debe trabajar la plata coloidal solo en función de la remoción de los Coliformes totales en el agua contaminada a tratar comprobando que pasado los 15 ppm resulta ser eficaz.

Se reduce considerablemente los metales desde un 40% hasta un 98.9% removiendo eficazmente la concentración de metales que ponen en peligro la vida humana por su alta toxicidad como es el caso de cadmio 94% y manganeso 98.9%, elementos que están sujetos a las condiciones del lugar de Chuquitanta.

A diferencia de demás autores ninguno ha presentado grados de eficiencia en reducir las concentraciones de metales como lo tiene el filtro de arcilla y aserrín y plata coloidal propuesto, los autores Ludeña y Tinoco (2010) cuyos filtros presentan concentraciones similares al descrito en la tesis, lograron reducir Arsénico y Hierro, comprobando al igual que la investigación que los filtros tienen poder depurativo de metales.

## **V. CONCLUSIONES**

- Los filtros a diferentes concentraciones tipo 1 y 2 son eficientes en la remoción de parámetros fisicoquímicos como es el caso de la turbidez donde los filtros tipo 1 tienen una media de reducción de 96.4% puesto que reducen la turbidez inicial del canal de regadío de Chuquitanta de 326 NTU a 10.2 NTU en promedio y los filtros tipo 2 en 9.5 NTU en promedio con un porcentaje de 97.07%.

- Los filtros tipo 1 y 2 presentan flujos de filtración menor a 1 litro por hora puesto que la composición del filtro tipo 1 tiene partículas muy finas ya que fueron pasada por malla # 400 dando en promedio 315 ml/h a diferencia del tipo 2 que pasaron por malla #325 dando en promedio volumen de 453ml, pero que redujeron los parámetros iniciales, optando trabajar demás exámenes con los filtros tipo 2 solo porque hay mayor flujo de filtración.
- Los filtros tipo 2, contienen plata coloidal lo cual reduce a los Coliformes totales de 1 700 NMP/100ml a 15 NMP/100ml en el filtro tipo 2 concentración 4 (F2C4) y en 10 NMP/100ml en el filtro tipo 2 concentración 5 (F2C5) que a diferencia del filtro tipo 1 concentración 1(F1C1) el cual se realizó el mismo parámetro resultando 8.5 NTU de turbidez pero no asegurando la eliminación de Coliformes ya que se tuvo un valor de 853 NMP/100ml, comprobando así que es indispensable el uso de plata coloidal para remover mejor a los Coliformes totales.
- El filtro tipo 2 concentración 4 permite remover contaminantes inorgánicos en el agua hasta un 98.9% de Manganeso, principal contaminante en este tipo de agua al igual que el Cadmio el cual se acumula dentro de animales y hortalizas produciendo enfermedades cancerígenas en el ser humano este filtro lo redujo en un 94% equivalente a 0.0056 mg/L de un inicial de 0.0925 mg/L.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- No emplear mayor cantidad de aserrín y mucho menos en mallas con aberturas 0.355mm ni muy pequeñas #400 abertura 0.038mm puesto que a mayor abertura pasaran todos los contaminantes y a menor abertura no pasará el agua que se quiere recuperar.

- Para que el flujo de filtración en el filtro se mantenga constante será necesario llenarlo completamente y no dejar que se quede en la mitad para que haya presión y el flujo se mantenga constante al valor inicial.
- Al trabajar con la arcilla debe ser mejor trabajarlo en pesos secos pasados por mallas, puesto que las concentraciones serán más exactas si se llevan a un envase volumétrico y de esta agregarle poco a poco el agua hasta que se forme una pasta consistente.
- Es sumamente importante que una vez obtenida la plata coloidal sea almacenada en un frasco oscuro o ámbar, porque al degradarse por el sol forma partículas oscuras las cuales influyen en el parámetro de turbidez.
- Para una mayor duración del filtro será necesario hacerle una limpieza con un cepillo de dientes puesto que sus cerdas son más delicadas que el de las escobillas para que se limpien los poros del filtro que pueda saturarse con partículas y reducir su eficiencia además de darle un tiempo de uso prolongado.

## **VII. REFERENCIAS**

## 7.1. BIBLIOGRAFÍA

- AGUIRRE Gaspar, Dionisia. R. Evaluación de las características estructurales de la albañilería producida con unidades fabricadas en la región central Junín. Tesis (Magister en Ingeniería Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2004. Disponible en <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/137>
- AUTORIDAD Nacional del Agua. Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos Superficiales. Lima, 2016. 32 pp.
- BARRIENTOS Weepiu, Jhewerson. Evaluación de los filtros cerámicos para mejorar la Calidad del agua para consumo humano en el sector San Mateo-Moyobamba, 2015. Tesis (Ingeniero sanitario). Moyobamba: Universidad Nacional De San Martín-Tarapoto, 2016. Disponible en: [http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/UNSM/2393/TP\\_ISA\\_00016\\_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/UNSM/2393/TP_ISA_00016_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- CARTAGENA Baide, Joysee. Prueba de la aceptación del filtro de cerámica impregnado con plata coloidal en el barrio El Ocotol de Guinope, Honduras. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Agrónoma). Honduras: Universidad Zamorano, 2001. Disponible en <http://www.filtroekofil.com/estudios/Universidad%20Zamorano%20Honduras%202001.pdf>
- DIGESA. Parámetros organolépticos. [en línea] Grupo de estudio técnico ambiental GESTA AGUA. [s.f]. [fecha de consulta: 18 de junio 2017]. Disponible en [http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes\\_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf)

- DONACHY, Barbara. *Manual/guía para instructores de salud y otros involucrados en monitoreo del filtro de cerámica con plata coloidal para purificación del agua*. [en línea]. Potter for peace, 2004 [fecha de consulta 20 de abril de 2017]. Disponible en <https://s3.amazonaws.com/PfP/MANUAL+HIGIENICO.pdf>
- ECOFILTRO. [en línea]. 2017, [fecha de consulta: 04 de junio 2017], Disponible en: <http://www.ecofiltro.com/es/filtro-ecologico-filtro-purificador-de-agua-proyecto-ecologico>
- El PERÚ en el Ranking Latinoamericano: Acceso a los Servicios de Agua Potable y Saneamiento 2010 [Mensaje en un blog]. Perú: Desarrollo peruano, (30 junio de 2013). [fecha de consulta: 03 de Mayo 2017]. *Recuperado de* <http://desarrolloperuano.blogspot.pe/2013/07/el-peru-en-el-ranking-latinoamericano.html>
- ESTRADA, Marcia. El filtro cerámico para agua potable. [en línea]. Nicaragua: IDEASS (Innovación para el desarrollo y la cooperación Sur-Sur). [2004?]. [fecha de consulta: 14 de junio de 2017], Disponible en <https://s3.amazonaws.com/PfP/Ideass+brochure+Spanish.pdf>
- FILTRON, S.A. [En línea] 2013 [fecha de consulta 9 de mayo de 2017]. Disponible en <https://www.filtronnica.com/espa%C3%B1ol/empresa-y-producto/>
- FISCALIZACIÓN ambiental de aguas residuales. (Abril, 2014). Organismo de evaluación y fiscalización ambiental. Disponible en: [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=7827](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827)

- HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos, BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. [En línea]. 5.ª ed. México: McGraw-Hill, [2010?] [fecha de consulta. 10 de mayo de 2017] Disponible en: [https://www.esup.edu.pe/descargas/dep\\_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf](https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf)  
ISBN: 978-607-15-0291-9
- HINCAPIÉ P. Margarita y CHAVERRA C. Gloria. Diagnóstico de aguas Manual de laboratorio. 1.ª ed. Colombia: Universidad de Medellín. 206 pp. ISBN: 978958815671
- IBARRA P., Nubia. Análisis de filtros caseros como Técnica de Potabilización del Agua en el Sector Rural Colombiano. Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, 2016.
- Disponible en <http://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/6228/1/27722899.pdf>
- JEWELL Catherine. Un empresario tanzano crea un filtro de agua innovador 2015. Revista OMPI [en línea]. Agosto 2015. [fecha de consulta: 16 de mayo de 2017]. Disponible en [http://www.wipo.int/wipo\\_magazine/es/2015/04/article\\_0005.html](http://www.wipo.int/wipo_magazine/es/2015/04/article_0005.html)
- LANTAGNE, Daniele S. Investigation of the Potters for Peace Colloidal Silver impregnated Ceramic Filter. Alethia [en línea]. 18 de noviembre de 2001, n.º 2. [Fecha de consulta 28 de mayo de 2017]. Disponible en <http://web.mit.edu/watsan/Docs/Other%20Documents/ceramicpot/PFP-Report2-DanieleLantagne,%2012-01.pdf>



- LERMA Arias, Daniel Alberto. Filtros cerámicos, una alternativa de agua segura. Tesis (Maestría en Econotecnología). Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira, 2012. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/2710/6281683L616.pdf;jsessionid=FAD26E116FB9D48E7BEA6DEDC78D66F4?sequence=1>
- LINDEMANN A. Peter. Closer Look At Colloidal Silver. [En línea]. ELIXA products and information for peak performance. [fecha de consulta 10 de junio de 2017]. Disponible en: <https://www.elixa.com/colloidal-silver-a-closer-look/>
- LOZANO R. William. Calidad fisicoquímica del agua - métodos simplificados para su muestreo y análisis. 1.ª ed. Bogotá: Universidad Piloto de Colombia, 2013. 199 pp. ISBN: 9789588537658
- LUDEÑA Guaicha, Julio y TINOCO Tinoco, Freddy. Formulación de pasta roja para la elaboración de un filtro cerámico purificador de agua y verificación de su efectividad filtrante. Tesis (Ingeniero químico). Ecuador: La universidad católica de Loja, 2010. Disponible en <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/1841/3/Lude%c3%b1a%20Guaicha%20Julio%20C%c3%a9sar.pdf>
- MAHLANGU, Bhekie y MOMBABA, Maggie. Efficiency of silver impregnated porous pot (SIPP) filters for production of clean potable water. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. [En línea]. 24 de agosto del 2012 [fecha de consulta 20 de abril de 2017]. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/233828980\\_Efficiency\\_of\\_Silver\\_I](https://www.researchgate.net/publication/233828980_Efficiency_of_Silver_I)

mpregnated\_Porous\_Pot\_SIPP\_Filters\_for\_Production\_of\_Clean\_Potable\_Water

ISSN 1660-4601

- MINISTERIO de Agricultura y Riego - MINAGRI. Contaminación del agua. [2015?]  
Disponible en:  
<http://www.minagri.gob.pe/portal/54-sector-agrario/cuencas-e-hidrografia/374-problematica>
- MINAGRI. Análisis de tendencias que impactan en la agricultura. [en línea] [2015?]. [fecha de consulta 7 de abril de 2017].  
Disponible en  
<http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/pnapes/actividades/comision/analisis-tendencias.pdf>
- MINISTERIO del Ambiente. Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. 2017. Lima: EL Peruano, 2017. 8 pp.
- MINISTERIO de Salud. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. [En línea]. Lima, 2011. [fecha de consulta 20 de abril de 2017].  
Disponible en  
[http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento\\_Calidad\\_Agua.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf)
- MINSA. Análisis de situación de salud 2012. [en línea]. 2014. [fecha de consulta 11 de abril de 2017].  
Disponible en <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/3358.pdf>
- MOZCOSO C. Julio. Manual de buenas prácticas para el uso seguro y productivo de las aguas residuales domésticas. [en línea] Lima: ANA, 2016.

- [fecha de consulta 20 de abril de 2017].  
 Disponible en  
[http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/manual\\_de\\_buenas\\_practicas\\_para\\_el\\_uso\\_seguro\\_y\\_productivo\\_de\\_las\\_aguas\\_residuales\\_domesticas.pdf](http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/manual_de_buenas_practicas_para_el_uso_seguro_y_productivo_de_las_aguas_residuales_domesticas.pdf)
- OBTENCIÓN de Carbón Activado a partir de Residuos Lignocelulósicos de Canelo, Laurel y Eucalipto por Cristopher Asimbaya [et.al]. Politécnica [En línea] 2015, n.o3. [Fecha de consulta: 15 de abril de 2017].  
 Disponible en  
[https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista\\_politecnica2/article/view/537/pdf](https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/537/pdf)  
 ISSN: 13900129
  - OLMAN Ucles. Devastador paso del huracán Mitch sigue presente en Tegucigalpa. [En línea] El Heraldo.HN. 7 de abril de 2014. [fecha de consulta: 10 de junio 2017].  
 Disponible en <http://www.elheraldo.hn/metro/586711-213/devastador-paso-del-huracan-mitch-sigue-presente-en-tegucigalpa>
  - ORGANIZACIÓN de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura. Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos. [En línea]. 1997. [fecha de consulta 20 de mayo de 2017].  
 Disponible en <http://www.fao.org/docrep/W2598S/w2598s00.htm#Contents>  
 ISBN 92-5-303875-6
  - PIMENTEL, Grecia y Palacios, Oswaldo. El agua es un bien escaso que el Perú no sabe administrar. [en línea]. RPP.PE. 22 de marzo de 2017. [fecha de consulta: 13 de mayo de 2017].  
 Disponible en:  
<http://rpp.pe/peru/actualidad/la-falta-de-agua-potable-afecta-a-8-millones-de-peruanos-noticia-998969>

- POTTERS for Peace. [En línea]. [2010?]. [fecha de consulta 20 de abril de 2017].  
Disponible en <http://pottersforpeace.org/>
- REFERENCIAS estilo ISO 690 y 690-2 Adaptación de la norma de la International Organization for Standardization (ISO). [En línea]. Lima: Fondo Editorial UCV. 2017 [fecha de consulta: 22 de mayo 2017].  
Disponible en [https://www.ucv.edu.pe/datafiles/FONDO%20EDITORIAL/Manual\\_ISO.pdf](https://www.ucv.edu.pe/datafiles/FONDO%20EDITORIAL/Manual_ISO.pdf)
- SOLANO Coghi, Grettel. La purificación del agua a través de un filtro cerámico, rescate de una costumbre olvidada. Proyecto de Graduación. San José: Universidad de Costa Rica, 2013. Disponible en <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/2038/1/35215.pdf>
- SORIANO Ortiz, Fanny Haydeé. Eficiencia del filtro de arcilla en la purificación del agua para consumo humano en Cajamarca. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Privada del Norte, 2014.  
Disponible en [http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/6813/SORIANO ORTIZ FANNY HAYDEÉ.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/6813/SORIANO%20ORTIZ%20FANNY%20HAYDEE.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- UNI elaboró descontaminantes de agua con nanotecnología. [en línea]. La República.PE. 24 de Noviembre de 2010. [Fecha de consulta 18 de mayo de 2017].  
Disponible en <https://larepublica.pe/sociedad/498604-uni-elaboro-descontaminantes-de-agua-con-nanotecnologia>
- VARGAS, Alejandra Inventan filtro de agua hecho con arcilla [en línea]. La nación.COM.2 de diciembre de 2006. [fecha de consulta: 22 de mayo

2017].

Disponible en [http://www.nacion.com/vivir/Inventan-filtro-agua-hecho-arcilla\\_0\\_870512947.html](http://www.nacion.com/vivir/Inventan-filtro-agua-hecho-arcilla_0_870512947.html)

- VIDAL Henao Sandra Marcel. Evaluación de la efectividad del filtro a base de arcilla y plata coloidal en la potabilización de agua, medida por pruebas fisicoquímicas y microbiológicas. Tesis (Tecnóloga química). Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira, 2010. Disponible en <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/2086/628352V648.pdf;jsessionid=183F28BC6CCA0CA4B2645D97E5FBFE6A?sequence=1>.
- WARREN, Jefferson. El poder curativo de la plata coloidal. Barcelona: Obelisco, 2005. 80 pp.  
ISBN: 9788497772273

## **VI. ANEXOS**

## ANEXO N°1: Ficha técnica de recopilación de información

### ANEXO N°1: Ficha técnica de recopilación de información

DATOS GENERALES	
Nombre del lugar de estudio:	
Ubicación:	
Actividades principales desarrollados en la zona de estudio:	
Responsable:	

DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO		
Nombre del punto de muestreo:		
Coordenadas: (UTM, WGS84)	X	Y
Técnica de muestreo:		

DATOS DE LA MUESTRA	
Código:	
Fecha:	
Hora:	
Características organolépticas	
Temperatura:	pH:

DATOS DE LABORATORIO	
Parámetros físicoquímicos	
Temperatura	
pH	
Conductividad	
Turbidez	
Solidos disueltos totales	
Oxígeno disuelto	
DQO	
DBO5	

Fuente: Elaboración propia (2017).

*Elmer A. Benites*  
CIP. 194095.

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*  
ELMER GONZALES BENITES ALFARO  
INGENIERO QUIMICO  
Reg. CIP N° 71999

## ANEXO N°2: Ficha técnica de composición del filtro

ANEXO N°2: Ficha técnica de composición del filtro

<b>RESPONSABLE:</b>		<b>FECHA:</b>	
<b>INFORMACION GENERAL DE COMPONENTES DE FILTROS</b>			
<b>FILTROS ARTESANALES</b>		<b>TIPO 1</b>	<b>TIPO 2</b>
<b>PESOS (gr)</b>	<b>ARCILLA</b>		
	<b>ASERRIN</b>		

CONCENTRACIONES DE COMPONENTES DEL					
TIPO DE FILTROS	COMPOSICIÓN 1	COMPOSICIÓN 2	COMPOSICIÓN 3	COMPOSICIÓN 4	COMPOSICIÓN 5
	Tipo 1		Tipo 2		
<b>ARCILLA, ASERRIN</b>					

COMPONENTES DE LA PLATA COLOIDAL		
	Voltaje	Tiempo (horas)
<b>PLATA COLOIDAL</b> Barra de plata al 99.9% Fuente: Elaboración propia (2017).		

*[Handwritten Signature]*  
CIP: 194095

*[Handwritten Signature]*  
88

*[Handwritten Signature]*  
ELMER GONZALEZ BENITES ALFARO  
INGENIERO QUIMICO  
Reg. CAP N° 71990



### ANEXO N°3: Ficha técnica del filtro - componente arcilla

#### ANEXO N°3: Ficha técnica del filtro - componente arcilla

DATOS GENERALES	
Responsable:	Fecha:
Procedencia:	
Peso de la muestra:	
Peso de la muestra secado al horno:	

PARAMETROS FISICOS
% de humedad:
Textura:

ANALISIS GRANULOMETRICO - NORMA: ASTM D-422					
Tamiz		Peso retenido (gr)	%Parcial retenido	% Acumulado	
N°	Abertura (mm)			Retenido	Pasando

Fuente: Elaboración propia

*Alcántara*  
C.T.P. 194095

*[Handwritten signature]*  
89

*[Handwritten signature]*  
ELMER GONZÁLEZ BENITES ALFARO  
INGENIERO QUIMICO  
Reg. CIP N° 71998


## ANEXO N°4: Ficha técnica del flujo del filtro

### ANEXO N°4: Ficha técnica del flujo del filtro

DATOS GENERALES	
Responsable:	Fecha:
Tipo de muestra:	

MEDICION DEL FLUJO DE LOS FILTROS				
TIPO DE FILTRO	FECHA	HORA DE INICIO	HORA DE TERMINO	FLUJO ml/h
I	F1C1			
	F1C2			
	F1C3			
II	F2C4			
	F2C5			

Fuente: Elaboración propia (2017).

  
 QTP: 194095



  
 ELIANA GONZALEZ BENTES ALFARO  
 INGENIERO QUIMICO  
 Reg. CIP N° 71998

## ANEXO N°5: Ficha técnica de recopilación de información después del uso del filtro

### ANEXO N°5: Ficha técnica de recopilación de información después del uso del filtro

DATOS GENERALES												
RESPONSABLE:												
FECHA						HORA						
DATOS DE LABORATORIO												
FILTROS	Parámetros fisicoquímicos					Parámetros inorgánicos		Parámetros microbiológicos				
	F1C1	F1C2	F1C3	F2C4	F2C5	FILTRO	F2C4	FILTROS	F1C1	F2C4	F2C5	
pH						Cobre		Coliformes totales				
Temperatura						Plomo						
Conductividad						Cadmio						
Turbidez						Zinc						
Solidos totales disueltos						Manganeso						
Oxígeno disuelto						Hierro						
DQO						Arsénico						
DBO5												

Fuente: Elaboración propia (2017).

*[Handwritten signature]*  
CIP 194095

*[Handwritten signature]*  
CIP: 8997

*[Handwritten signature]*  
ELMER GONZÁLES BENITES ALFARO  
INGENIERO QUÍMICO  
Reg. CIP N° 71996

## ANEXO N°6: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	EFICIENCIA DE FILTROS	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
				VARIABLE INDEPENDIENTE					
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	EFICIENCIA DE FILTROS	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	
¿Cuál es la eficiencia de los filtros a diferentes concentraciones tipo 1 y 2 de arcilla, aserrín y plata coloidal en aguas del canal de regadío de Chuquitanta para recuperar agua Categoría 3?	Determinar la eficiencia de los filtros a diferentes concentraciones tipo 1 y 2 de arcilla, aserrín y plata coloidal, en aguas del canal de regadío de Chuquitanta, para recuperar agua categoría 3.	Los filtros con concentraciones tipo 1 y 2 de arcilla, aserrín y plata coloidal, son eficientes en más de un 70% en la recuperación para agua categoría 3 en aguas del canal de regadío de Chuquitanta		EFICIENCIA DE FILTROS	La eficiencia según la RAE, es la capacidad en este caso del filtro el cual va a permitir recuperar parcial o total a las aguas que son contaminadas en el canal de regadío de Chuquitanta.	Se han elaborado 5 tipos de filtros de los cuales de acuerdo a sus concentraciones de material de arcilla, aserrín y plata coloidal se ha determinado su eficiencia sumado al flujo de filtración que permite tener (Soriano, 2014)	Eficiencia del filtro 1	Concentración de Componentes (arcilla, aserrín y plata coloidal)	%
								Flujo de filtración	ml/h
							Eficiencia del filtro 2	Concentración de Componentes (arcilla, aserrín y plata coloidal)	%
			Flujo de filtración					ml/h	
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICOS	RECUPERACIÓN DE AGUAS DEL CANAL DE REGADÍO	VARIABLE DEPENDIENTE					
¿Cuál es el porcentaje de recuperación para agua categoría 3 de las aguas del canal de regadío de Chuquitanta con el filtro con concentración tipo 1?	Determinar el porcentaje de recuperación para agua categoría 3 en aguas del canal de regadío de Chuquitanta, con el filtro concentración tipo 1 de arcilla, aserrín y plata coloidal.	El filtro con concentración tipo 1 de arcilla, aserrín y plata coloidal, es eficiente en un 80% en la recuperación para agua categoría 3 en aguas del canal de regadío de Chuquitanta.		RECUPERACIÓN DE AGUAS DEL CANAL DE REGADÍO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
					Según la RAE, recuperar es volver a obtener lo que originalmente se tenía, las aguas residuales se logran recuperar mediante métodos convencionales como filtros y dependiendo de la eficiencia de los mismos en diversas categorías para agua.	La recuperación estará en función a un tratamiento convencional donde se emplean filtros con diversas proporciones de material empleados en su elaboración por lo que el agua resultante estará dentro de los ECAS para agua categoría 3, en donde la arcilla, el aserrín y la plata coloidal permiten minimizar las concentraciones originales constatándose con los parámetros físico-químico, orgánico y microbiológico según lo descrito en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.	Parámetros fisicoquímicos del agua	Temperatura	°C
								Parámetros inorgánicos del agua	pH
			Conductividad						uS/Cm
Turbidez	UNT								
DBO5	mg/L								
DBQ	mg/L								
Oxígeno disuelto	mg/L								
¿Cuál es el porcentaje de recuperación para agua categoría 3 de las aguas del canal de regadío de Chuquitanta con el filtro con concentración tipo 2?	Determinar el porcentaje de recuperación para agua categoría 3 en aguas del canal de regadío de Chuquitanta, con el filtro concentración tipo 2 de arcilla, aserrín y plata coloidal	El filtro con concentración tipo 2 de arcilla, aserrín y plata coloidal, es eficiente en un 95% en la recuperación para agua categoría 3 en aguas del canal de regadío de Chuquitanta.	RECUPERACIÓN DE AGUAS DEL CANAL DE REGADÍO	Parámetros inorgánicos del agua	Cobre	mg/L			
					Plomo				
					Cadmio				
Zinc									
Manganeso									
Hierro									
Arsénico									
Parámetros microbiológicos del agua	Coliformes totales	NMP/100 ml							

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO N°7: Validación de instrumentos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

**I. DATOS GENERALES.**

- 1.1. Apellidos y Nombres: ORDÓÑEZ GALVEZ, Juan Julio
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: DOCENTE - UCV
- 1.3. Nombre del Instrumento motivo de Evaluación:
- Ficha técnica de recopilación de información
  - Ficha técnica de composición del filtro
  - Ficha técnica del filtro - componente arcilla
  - Ficha técnica del flujo del filtro
  - Ficha técnica de recopilación de información después del uso del filtro
- 1.4. Autora del Instrumento: Yudi Mayhua Tintaya

**II. ASPECTOS DE VALIDACION**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE					ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible											✓				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos											✓				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación											✓				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica											✓				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											✓				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis											✓				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos											✓				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores											✓				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis											✓				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relacion entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico											✓				

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El Instrumento <sup>NO</sup> cumple con los requisitos para su aplicación.

Si

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN**

85%

Lima, 15 de Junio del 2017.

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
DNI: 85147009 Telf: 51648

EX: 89072

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES.

- 1.1. Apellidos y Nombres: Alcántara Boza Francisco Alejandro  
 1.2. Cargo e Institución donde labora: Docente - UCV  
 1.3. Nombre del Instrumento motivo de Evaluación:  
 • Ficha técnica de recopilación de información  
 • Ficha técnica de composición del filtro  
 • Ficha técnica del filtro - componente arcilla  
 • Ficha técnica del flujo del filtro  
 • Ficha técnica de recopilación de información después del uso del filtro  
 1.4. Autora del Instrumento: Yudi Mayhua Tintaya

II. ASPECTOS DE VALIDACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible											✓		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos												✓	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación											✓		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica												✓	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												✓	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis												✓	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos												✓	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores												✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis												✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relacion entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico												✓	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.   
 - El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

88,54

Lima, 20 de Junio del 2017

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 DNI: 77024721 Telf: 992203138.

CIP: 194095

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES.

- 1.1. Apellidos y Nombres: Benites Alfaro Elmer  
 1.2. Cargo e Institución donde labora: Docente - UCV  
 1.3. Nombre del Instrumento motivo de Evaluación: Ficha técnica de recopilación de información  
 1.4. Autora del Instrumento: Yudi Mayhua Tintaya

II. ASPECTOS DE VALIDACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible											X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos											X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación										X				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica										X				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis										X				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos											X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores											X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis											X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relacion entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico											X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

88.7

Lima, 08 de Junio del 2017

FIRMA DEL EXPERTO INEQUIVOCANTE

DNI: ELMER GONZALES BENTES AMPARO

INGENIERO QUÍMICO

Reg. CIP N° 71996

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES.

- 1.1. Apellidos y Nombres: BENITES ALFARO ELMER  
 1.2. Cargo e Institución donde labora: VCV  
 1.3. Nombre del Instrumento motivo de Evaluación: Ficha técnica de composición del filtro  
 1.4. Autora del Instrumento: Yudi Mayhua Tintaya

II. ASPECTOS DE VALIDACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible											X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos											X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación										X				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica										X				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis											X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos											X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores										X				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis											X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relacion entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico											X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

X
---

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

88.1
------

Lima, 02 de Junio del 2017

FIRMA DEL EXPERTO INEORMANTE  
 DNI: ELMER DONAZALES BENITES ALFARO  
 INGENIERO QUÍMICO  
 Reg. CIP N° 71998



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES.

- 1.1. Apellidos y Nombres: BENITES ALFARO EIMER.  
 1.2. Cargo e Institución donde labora: DOCENTE UCV  
 1.3. Nombre del Instrumento motivo de Evaluación: Ficha técnica del filtro - componente arcilla  
 1.4. Autora del Instrumento: Yudi Mayhua Tintaya

II. ASPECTOS DE VALIDACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE				ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible												X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos												X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación												X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica												X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis											X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos												X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores												X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis												X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relacion entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico												X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

88.1
------

Lima, 08 de Junio del 2017

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI: ELMER GONZALES BENITES ALFARO

INGENIERO QUIMICO  
Reg. CIP N° 71996

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**I. DATOS GENERALES.**

- 1.1. Apellidos y Nombres: BENITES ALFARO ELMER
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: DOCENTE UCV
- 1.3. Nombre del Instrumento motivo de Evaluación: Ficha técnica del flujo del filtro
- 1.4. Autora del Instrumento: Yudi Mayhua Tintaya

**II. ASPECTOS DE VALIDACION**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE					ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible												X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos											X				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación											X				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica											X				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis										X					
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos										X					
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores										X					
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis										X					
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relacion entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico										X					

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN**

89.1

Lima, 07 de Junio del 2017

FIRMA DEL EXPERTO RESPONSABLE  
 DNI: ELMER GONZALES BENITES ALFARO  
 INGENIERO QUIMICO  
 Reg. CIP N° 71998

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**
**I. DATOS GENERALES.**

- 1.1. Apellidos y Nombres: BENITES ALFARO ELMER.
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: DOCENTE - UCV
- 1.3. Nombre del Instrumento motivo de Evaluación:  
 Ficha técnica de recopilación de información después del uso del filtro
- 1.4. Autora del Instrumento: Yudi Mayhua Tintaya

**II. ASPECTOS DE VALIDACION**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE					ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible												X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos												X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación												X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica												X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis												X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos												X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores												X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis												X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relacion entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico												X			

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

Si

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN**

88.7
------

 Lima, 07 de Junio del 2017

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 DNI: ELMER GONZALES BENITES ALFARO  
 INGENIERO QUIMICO  
 Reg. CIP N° 71996

## **ANEXO N°8: Monitoreo de agua en canal de regadío de Chuquitanta**

El canal de regadío de Chuquitanta proviene de las aguas del río Chillón en el distrito de SMP, frente a PTAR Puente Piedra. Cerca de esta zona se desarrollan diversas actividades entre ellas crianza de cerdos.

Según el protocolo de monitoreo de agua del ANA se han de ubicar puntos de monitoreo 100m aguas arriba y 100 m aguas abajo asegurando accesibilidad para realizar las tomas de muestra observados en la figura N°17.



FIGURA N°17: Ubicación de la zona de muestreo con GPS

La obtención de una muestra representativa se recolectará en envases limpios de boca ancha, previo enjuague con el agua de la fuente en dirección a la contracorriente, lejos de la orilla y donde no haya turbulencia, mostrado en la figura N°18.



FIGURA N°18: Muestreo de agua en el canal de regadío de Chuquitanta

Se han de realizar medición de parámetros in situ con la finalidad de hacer una comparación cuando las muestras llegan al laboratorio mostrado en la figura N°19



FIGURA N°19: Medición de parámetros in Situ

Las muestras que llegan al laboratorio previamente han sido codificadas como esta descrito en el protocolo de monitoreo asimismo asegurar las condiciones de temperatura por lo que se ha tenido que trasladar en cooller para medir los parámetros de DQO, OD y DBO. Al multiparametro se pasan los controles antes de realizar las mediciones de las pruebas que realizaremos como pH, conductividad entre otros de la misma manera el turbidimetro ya que esto es indispensable para que no interfieran en los resultados como se observa en la figura N°20.



FIGURA N°20: Medición de parámetros en laboratorio

Las muestras que se recolectaron en galoneras, un volumen de 2L está destinado para los exámenes de laboratorio y 5L aproximado para que pasen por el filtro como se observa en la figura N°21.



FIGURA N°21 : Envases con agua contaminada del canal de regadío Chuquitanta

Se han de llenar las fichas de campo descritos en los anexos, para recopilar información que será indispensable en el proceder de la investigación.

## ANEXO N°9: Tratamiento del aserrín

Se adquiere el aserrín de diversas madereras, para lo cual se hace necesario de un previo lavado para retirar demás partículas gruesas haciéndoles 2 cambios de lavado, mostrados en las figuras N°22, 23.



FIGURA N°22: Lavado del aserrín



FIGURA N°23: Remojo del aserrín

Una vez lavado se dispersa para que a temperatura ambiente pueda secar, alrededor de 15 días considerando que en el transcurso el clima era variado y no hubo muchos días soleados, observado en la figura N°24.



FIGURA N°24: Secado del aserrín

Para que se pueda uniformizar el secado del aserrín se ayudara con el rastrillo limpio para que la parte que se encuentra debajo y que a su vez se encuentra húmeda pueda estar expuesta al calor y pueda secar mejor tal como se presenta en la figura N°25.



FIGURA N°25: Remoción y homogenización del aserrín

Se realiza el tamizaje con el aserrín seco, con mallas #325 y #400 presentados en las figuras N° 26 y N°27.



FIGURA N°26: Tamizado con malla  
# 400



FIGURA N°27: Tamizado con malla  
#325



Finalmente se llevan a pesar en la balanza electrónica para que puedan ser empleados en la elaboración de los filtros observado en la figura N°28.



FIGURA N°28: Pesaje del aserrín

Se ha de enviar una muestra a laboratorio para descartar que el aserrín tenga concentraciones de cadmio ya que este se encuentra acumulado muchas veces en la madera, logrando así evitar interferencias en el resultado.

## ANEXO N°10: Tratamiento de la arcilla

Se localiza la disponibilidad accesible de conseguir arcilla que sea plástica para realizar los trabajos de elaboración de filtros. Para ello se consulta a los alfareros que trabajan con la arcilla y que conocen de la calidad de esta, la arcilla en forma rocosa es la materia prima de estos lugares para luego disponerlos a campo abierto mezclados con agua formando una pasta la cual servirá para realizar sus artesanías, mostrado en la figura N°29.



FIGURA N°29: Depósitos de arcilla

Este tipo de arcilla será empleado para la elaboración de los filtros previo a ello se ha de constatar la calidad de esta, para ello se recolectará una muestra representativa según la técnica de cuarteo mostrado en la figura N°30.



FIGURA N°30: Homogenización de arcilla para análisis de cadmio

Se procederá a unir la arcilla con agua a un volumen con respecto a la plasticidad que pueda tener la arcilla, teniendo en cuenta que no se debe saturar de agua ya que sería muy plástica y se producirán grietas en los filtros fácilmente, como se observa en la figura N°31.



FIGURA N°31: Preparación de la arcilla para hacer moldes

Se realizan las pruebas de plasticidad para determinar si la arcilla presenta esta característica y tener un aproximado de la cantidad de agua a emplear cuando se fabricaran los filtros, como se observa en la figura N°32, además se mide el pH, para corroborar que no esté muy ácido o muy alcalino y poder tomar medidas al respecto como se observa en la figura N° 33.



FIGURA N°32: Prueba de elasticidad de la arcilla



FIGURA N°33: Prueba de laboratorio para arcilla

## ANEXO N°11: Panel fotográfico



FIGURA N°34: Canal de riego y áreas de cultivo del Fundo Chuquitanta en SMP



FIGURA N°35 : Materias primas para elaboración de filtros



FIGURA N°36: Ruptura de filtros hechos en moldes de acero



FIGURA N°37: Prueba de resistencia bajo agua de los filtros



FIGURA N°38: Aplicación de plata coloidal al filtro



FIGURA N°39: Prueba de flujo de filtración de filtros



FIGURA N°40: Secado natural de filtros a temperatura ambiente



FIGURA N°41: Disposición de filtros



FIGURA N°42: Filtración de la plata coloidal



FIGURA N°43: Medición de solidos totales disueltos en plata coloidal



FIGURA N°44: Horno para secar los filtros



FIGURA N°45: Procedimiento para determinación de DQO





FIGURA N°46: Procedimientos para determinación de Oxígeno disuelto (OD)



FIGURA N°47: Medición de parámetros químicos con multiparámetro



FIGURA N°48: Medición de parámetros físicos (pH, temperatura)



FIGURA N°49: Preparación de medios de cultivo para examen microbiológico



FIGURA N°50: Lectura de placas para ver crecimiento bacteriano



FIGURA N°51: Procedimientos para determinación de turbidez en el agua

## ANEXO N°12: Resultados de análisis de laboratorio para parámetros inorgánicos en agua



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica**  
**Laboratorio de Espectrometría**

### ANÁLISIS DE DOS SOLUCIONES

SOLICITADO POR : Yudi Noymi Mayhua Tintaya  
Recepción de muestras : Lima, 1 de Diciembre del 2017

### RESULTADO DEL ANÁLISIS DE SOLUCIONES

Muestras	Cu(mg/L)	Pb(mg/L)	Cd(mg/L)	Zn(mg/L)	Mn(mg/L)	Fe(mg/L)	As(mg/L)
M-Inicial 100/25	0.0128	0.0578	0.0925	0.0991	0.9249	0.8687	0.0083
M-Final 100/25	0.0077	0.0038	0.0056	0.0471	0.0101	0.3607	0.0008

Lima, 4 de Diciembre del 2017

  
MSc. Atilio Maguozza AM  
Jefe Lab. Espectrometría



Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Perú  
Central Telefónica: 4811070-Anexo: 4245/Teléf.: (511) 4824427  
Email: labespectro@uni.edu.pe

## ANEXO N°13: Resultados de análisis de laboratorio de Cadmio en aserrín



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica**

**Laboratorio de Espectrometría**

### ANÁLISIS DE MUESTRA POR CADMIO

SOLICITADO POR : Yudi Noymi Mayhua Tintaya

Recepción de muestra : Lima, 9 de Octubre del 2017

### RESULTADO DEL ANÁLISIS DE UNA MUESTRA

Muestra	%Cd
ASE	0.0048

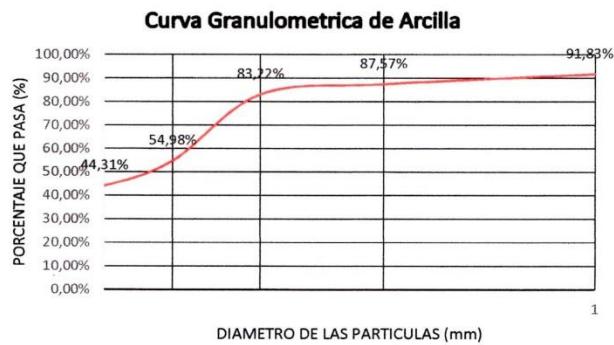
Lima, 11 de Octubre del 2017

  
MSc. ATILIO MENDOZA  
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Perú  
Central Telefónica: 4811070-Anexo: 4245/Teléf.: (511) 4824427  
Email: labespectro@uni.edu.pe

## ANEXO N°14: Resultados de análisis granulométrico en arcilla

Curva Granulométrica de Arcilla Inicial						
N° MALLA	ABERTURA (MM)	TARA DEL TAMIZ	TARA + MASA DEL TAMIZ	MASA RETENIDA (GR)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
N°12	1	0	0	0	0	0
N°45	0.355	4,75	17	12,25	8,17%	91,83%
N°80	0.180	4,75	11,14	6,39	4,26%	87,57%
N°100	0.150	4,75	11,28	6,53	4,35%	83,22%
N°170	0.090	4,75	47,11	42,36	28,24%	54,98%
N°200	0.075	4,75	20,76	16,01	10,67%	44,31%
N°325	0.045	4,75	7,58	2,83	1,89%	42,42%
N°400	0.038	4,75	20,00	15,25	10,17%	32,25%
N°-400	-38	4,75	53,13	48,38	32,25%	0,00%
PESO TOTAL DE LA MUESTRA EN (gr)				150	100,00%	




Cu =	22,40
Cz =	0,70

D30 =	0,15
D50 =	0,355
D70 =	3,36

Feedback Studio - Google Chrome  
 Seguro | https://ev.tumitin.com/app/carta/es/?u=1063834755&lang=es&io=974387914&is=1

feedback studio ECIENCIA DE FILTROS 1/0 < 1 de 7 >



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Eficiencia de filtros a diferentes concentraciones tipo 1 y 2 de arcilla, aserrín y plata coloidal en aguas del canal de regadío Chaquitanta para recuperar agua categoría 3”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL.**

AUTORA:  
 Mayhna Tintaya, Yudi Noyani

ASESOR:  
 Dr. Ordóñez Gálvez, Juan Julio

Resumen de coincidencias

10 %

1	repositorio lamolina.ed...	1 %
2	Entregado a Pontificia ...	1 %
3	docpacce.untrru.edu.pe	<1 %
4	Entregado a Universida...	<1 %
5	repositorio.uade.edu.ar	<1 %
6	docplayer.es	<1 %
7	repositorio.unsa.edu.pe	<1 %

Página: 1 de 135    Número de palabras: 23210    Text-only Report | High Resolution    Activa    05:48 a.m.

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD          DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo, JUAN JULIO ORDOÑEZ GALVEZ, docente de la Facultad...INGENIERIA ..y Escuela Profesional DE INGENIERIA AMBIENTAL.. de la Universidad César Vallejo LIMA NORTE..(precisar filial o sede), revisor (a) de la tesis titulada:

**“EFICIENCIA DE FILTROS A DIFERENTES CONCENTRACIONES  
 TIPO 1 Y 2 DE ARCILLA, ASERRÍN Y PLATA COLOIDAL EN AGUAS  
 DEL CANAL DE REGADIO CHUQUITANTA PARA RECUPERAR  
 AGUA CATEGORIA 3”2017**

", de la estudiante .....MAYHUA TINTAYA, YUDI NOYMI, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 10% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha Los Olivos, 09/12/2017



**Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez**

Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente

DNI: 08447308.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------





Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Mayhwa Tintaya Yudi
D.N.I.: 46846498
Domicilio: St:10 Gr:4 Mz:4 Lt:6
Teléfono: Fijo: Móvil: 951526444
E-mail: yudiguadalupe.ym@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

[X] Tesis de Pregrado

Facultad: Ingeniería
Escuela: Académico profesional de Ingeniería Ambiental
Carrera: Ingeniería Ambiental
Título: Profesional de Ingeniería Ambiental

[ ] Tesis de Post Grado

[ ] Maestría

[ ] Doctorado

Grado:
Mención:

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Mayhwa Tintaya Yudi Noymí

Título de la tesis:

Secuencia de filtros a diferentes concentraciones tipo 1 y 2 de arcilla, aserrín y plata coloidal en aguas del canal de riego Chuguitanta para recuperar agua categoría 3.

Año de publicación: 2017 - II

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento, autorizo a la Biblioteca UCV-Lima Norte, a publicar en texto completo mi tesis.

Firma: [Signature]

Fecha: 13-06-18



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FORMATO DE SOLICITUD

SOLICITA:

Digitalización de Tesis

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Yudi Mayra Tintaya con DNI N° 46846498 domiciliado (a) en  
N: 10 Cr: 4 Mz: 4 Lt: 6 VES

ante Ud. Con el debido respeto, expongo lo siguiente:

Que en mi condición de alumno de la promoción 2017-11 del programa ...INGENIERÍA AMBIENTAL... Identificado con el código de matrícula N° 6700263802 de la Escuela de Ingeniería Ambiental, recorro a su honorable despacho para solicitar lo siguiente:

digitalización de tesis

Por lo expuesto, agradeceré ordenar a quien corresponde se me atienda mi petición por ser de justicia.

Lima, 12 de Junio de 2018

Dr. Enza  
Coord. Ines

DNI 46846498