

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

**“EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL ALUMINIO
RESIDUAL EN LODOS DEL DECANTADOR Y FILTROS QUE VIERTEN
AL RÍO HIGUERAS LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
POTABLE CABRITOPAMPA DE LA EPS SEDA HUÁNUCO- 2019”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA
AMBIENTAL**

AUTORA: Kiuchi Suárez, Rosbeli Akemi

ASESOR: Calixto Vargas, Simeón Edmundo

HUÁNUCO – PERÚ

2021

U

D

H



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANCAYO
<http://www.udh.edu.pe>

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Modelación, análisis y control de la contaminación ambiental.

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2018-2019)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería ambiental

Disciplina: Ingeniería ambiental y geológica

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniera ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 47130612

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22471306

Grado/Título: Maestro en Administración de la Educación

Código ORCID: 0000-0002-5114-4114

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Riveros Agüero, Elmer	Maestro en administración y gerencia en salud.	28298517	0000-0003-3729-5423
2	Cámara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: Salud pública y docencia universitaria.	44287920	0000-0001-9180-7405
3	Torres Marquina, Marco Antonio	Ingeniero metalurgista.	22514557	0000-0003-4006-7683



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 17:00 horas del día 26 del mes de noviembre del año 2021, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron la sustentante y el **Jurado Calificador** mediante la plataforma Google Meet integrado por los docentes:

- Mg. Elmer Riveros Agüero (Presidente)
- Mg. Frank Erick Cámara Llanos (Secretario)
- Ing. Marco Antonio Torres Marquina (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N°1562-2021-D-FI-UDH**, para evaluar la **Tesis** intitulada: **‘EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL ALUMINIO RESIDUAL EN LODOS DEL DECANTADOR Y FILTROS QUE VIERTEN AL RÍO HIGUERAS LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE CABRITOPAMPA DE LA EPS SEDA HUÁNUCO-2019’**, presentado por el (la) **Bach. Rosbeli Akemi KIUCHI SUAREZ**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con el calificativo cuantitativo de **17** y cualitativo de **MUY BUENO** (Art. 47).

Siendo las 17:57 horas del día 26 del mes de noviembre del año 2021, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Secretario
V

DEDICATORIA

A mi madre Elizabeth, por su amor incondicional y paciencia al brindarme su apoyo en cada uno de mis pasos, enseñándome buenos valores y por la motivación constante que me permitió cumplir todos mis objetivos.

A mi padre Wilfredo, por su apoyo y entusiasmo que me brinda a seguir mis propósitos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por su infinita bondad y amor al permitirme cumplir mis metas y por darme la fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

A mis padres que siempre estuvieron ahí para darme palabras de apoyo para continuar con mis metas.

A la Universidad de Huánuco, por haberme permitido formar en ella.

A la empresa SEDA Huánuco S.A por brindarme los recursos, herramientas e instalaciones que fueron necesarios para llevar a cabo el proceso de investigación.

Al Ing. Cesar Álvarez Espantoso, coordinador de producción de la EPS SEDA Huánuco por su dirección, conocimiento, colaboración y enseñanza en el desarrollo y en la ejecución de mi investigación.

A mi asesor, el Ing. Simeón Edmundo Calixto Vargas por su orientación y tiempo dedicado durante la realización del proyecto.

A mis amigos más cercanos que me ayudaron en la realización de mi investigación de una manera desinteresada gracias por su apoyo constante y buena voluntad.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XI
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIII
INTRODUCCIÓN	XIV
CAPÍTULO I	15
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	15
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.2.1 Problema general.	17
1.2.2 Problemas específicos.	17
1.3 OBJETIVO GENERAL.....	17
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.7 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
CAPÍTULO II	21
2. MARCO TEÓRICO	21
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	21
2.1.1 Nivel internacional.	21
2.1.2 Nivel nacional.	22
2.1.3 Nivel regional.....	24
2.2 BASES TEÓRICAS	24

2.2.1 La necesidad de contar con una planta de tratamiento de agua potable para consumo humano.	24
2.2.2 Procesos básicos en la potabilización del agua	25
2.2.3 El aluminio como elemento químico usado en las plantas de tratamiento de agua potable	30
2.2.4 El aluminio en la atmosfera y la exposición humana	33
2.2.5 El aluminio y su impacto Ambiental	34
2.2.6 Aguas y desechos residuales que producen las plantas de tratamiento de agua potable	34
2.2.7 Técnicas para determinar los elementos químicos y parámetros de potabilización del agua	35
2.2.8 Contaminación del Río Higueras	38
2.2.9 Usos del agua a nivel de río principal y afluentes, según la Ley de Recursos Hídricos, Ley N°29338	39
2.2.10. Categoría de los estándares de calidad Ambiental para agua.	40
2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES	43
2.4 HIPOTESIS.....	45
2.4.1 Hipótesis general.....	45
2.4.2 Hipótesis específico.....	45
2.5 VARIABLES.....	46
2.5.1 Variable dependiente.....	46
2.5.2 Variable Independiente.....	46
2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES)	47
CAPÍTULO III	48
3. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	48
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	48
3.1.1 Enfoque	48

3.1.2 Alcance o nivel	48
3.1.3 Diseño de la investigación	48
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	49
3.2.1 Población	49
3.2.2 Muestra	49
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS ...	50
3.3.1 Para la recolección de datos.	50
3.3.2 Para la presentación de datos (cuadros y/o gráficos).....	51
3.3.3 Para el análisis o interpretación de los datos	51
CAPÍTULO IV.....	52
4. RESULTADOS.....	52
4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS	52
4.1.1 Presentación de resultados y análisis de datos.....	52
4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS ...	70
4.2.1 Hipótesis específica	70
4.2.2 Hipótesis general.....	71
CAPITULO V.....	73
5. DISCUSION DE RESULTADOS.....	73
5.1. PRESENTACIÓN DE DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	73
CONCLUSIONES	74
RECOMENDACIONES	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
ANEXOS	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Puntos de las coordenadas UTM del área de estudio	20
Tabla 2. Dimensión de las partículas del agua cruda.	25
Tabla 3. Compuesto y forma molecular del Aluminio.....	31
Tabla 4. Matriz de operacionalización de variables	47
Tabla 5. Perímetro del área de estudio.....	49
Tabla 6. Muestreo N°01 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de julio a 100 m aguas arriba del punto de descarga de la planta de tratamiento Cabritopampa, durante la limpieza del decantador.....	53
Tabla 7. Muestreo N°02 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de agosto a 100 m aguas arriba del punto de descarga de la Planta de tratamiento Cabritopampa durante la limpieza del decantador.....	53
Tabla 8. Muestreo N°03 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de setiembre a 100 m aguas arriba del punto de descarga de la Planta de tratamiento Cabritopampa, durante la limpieza del decantador.....	54
Tabla 9. Muestreo N°01 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de julio a 100 m aguas arriba del punto de descarga de la Planta de tratamiento Cabritopampa, durante el lavado de filtros rápidos.....	55
Tabla 10. Muestreo N°02 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de agosto a 100 m aguas arriba del punto de descarga de la Planta de tratamiento Cabritopampa, durante el lavado de filtros rápidos.....	56
Tabla 11. Muestreo N°03 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de setiembre a 100 m aguas arriba del punto de descarga de la Planta de tratamiento Cabritopampa, durante el lavado de filtros rápidos.....	56

Tabla 12. Muestreo N°01 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de julio en el punto de vertimiento de la Planta de tratamiento Cabritopampa, durante la limpieza del decantador.....	58
Tabla 13. Muestreo N°02 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de agosto en el punto de vertimiento de la Planta de tratamiento Cabritopampa, durante la limpieza del decantador.	58
Tabla 14. Muestreo N°03 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de setiembre en el punto de vertimiento de la Planta de tratamiento Cabritopampa, durante la limpieza del decantador....	59
Tabla 15. Muestreo N°01 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de julio en el punto de vertimiento de la Planta de tratamiento Cabritopampa, durante el lavado de filtros rápidos.....	60
Tabla 16. Muestreo N°02 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de agosto en el punto de vertimiento de la Planta de tratamiento Cabritopampa, durante el lavado de filtros rápidos.	61
Tabla 17. Muestreo N°03 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de setiembre en el punto de vertimiento de la Planta de tratamiento Cabritopampa, durante el lavado de filtros rápidos....	61
Tabla 18. Muestreo N°01 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de julio 100 m abajo del punto de descarga de la Planta de tratamiento Cabritopampa, durante el lavado de filtros rápidos....	63
Tabla 19. Muestreo N°02 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de agosto 100 m aguas abajo del punto de descarga de la Planta de tratamiento Cabritopampa, durante el lavado de filtros rápidos.....	63
Tabla 20. Muestreo N°03 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de setiembre 100 m abajo del punto de descarga de la Planta de tratamiento Cabritopampa, durante el lavado de filtros rápidos.....	64

Tabla 21. Muestreo N°01 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de julio a 100 m abajo del punto de descarga de la Planta de tratamiento Cabritopampa, durante el lavado de filtros.....	65
Tabla 22. Muestreo N°02 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de agosto a 100 m abajo del punto de descarga de la Planta de tratamiento Cabritopampa, durante el lavado de filtros.	66
Tabla 23. Muestreo N°03 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de setiembre a 100 m abajo del punto de descarga de la Planta de tratamiento Cabritopampa, durante el lavado de filtros.	66
Tabla 24. Cuadro comparativo de la concentración de aluminio en los lodos residuales antes de ser vertidos al río Higuera proveniente de la limpieza de los decantadores y lavado de filtros.	68
Tabla 25. Cantidad de lodos residuales diarios y mensuales proveniente de los decantadores y filtros.	69
Tabla 26. Prueba de hipótesis T Student para la concentración de aluminio en el río proveniente de la limpieza de los decantadores.	70
Tabla 27. Prueba de hipótesis T Student para la concentración de aluminio en el río proveniente del lavado de filtros	71
Tabla 28. Prueba de hipótesis T Student para la concentración de aluminio en el río proveniente del lavado de filtros y limpieza del decantador.	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Procesode coagulación.....	26
Figura 2. Proceso de floculación.....	27
Figura 3. Resultados y promedio de los muestreos 01, 02 y 03 de la concentración de elementos físicos, químicos e inorgánicos, durante los meses de julio, agosto y setiembre; a 100 m aguas arriba del punto de descarga de la Planta de tratamiento Cabritopampa durante la limpieza del decantador.	54
Figura 4. Resultados y promedio de los muestreos 01, 02 y 03 de la concentración de elementos físicos, químicos e inorgánicos, durante los meses de julio, agosto y setiembre; a 100 m aguas arriba el punto de descarga de la Planta de tratamiento Cabritopampa durante el lavado de filtros.....	57
Figura 5. Resultados y promedio de los muestreos 01, 02 y 03 de la concentración de elementos físicos, químicos e inorgánicos, durante los meses de julio, agosto y setiembre; en el punto de vertimiento de la Planta de tratamiento Cabritopampa durante la limpieza del decantador.	59
Figura 6. Resultados y promedio de los muestreos 01, 02 y 03 de la concentración de elementos físicos, químicos e inorgánicos, durante los meses de julio, agosto y setiembre; en el punto de vertimiento de la Planta de tratamiento Cabritopampa durante el lavado de filtros.....	62
Figura 7. Resultados y promedio de los muestreos 01, 02 y 03 de la concentración de elementos físicos, químicos e inorgánicos, durante los meses de julio, agosto y setiembre; a 100 m aguas abajo del punto de descarga de la Planta de tratamiento Cabritopampa durante la limpieza del decantador.	64
Figura 8. Resultados y promedio de los muestreos 01, 02 y 03 de la concentración de elementos físicos, químicos e inorgánicos, durante los meses de julio, agosto y setiembre; 100 m abajo del punto de descarga de la Planta de tratamiento Cabritopampa durante el lavado de filtros.....	67
Figura 9. Concentración de aluminio en los lodos residuales.....	68

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA	80
ANEXO 2. ÁRBOL DE CAUSA Y EFECTO	81
ANEXO 3. ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES	82
ANEXO 4. DIAGRAMA DE PROTOCOLO DE ANÁLISIS	83
ANEXO 5. MAPA DE UBICACIÓN DE PROYECTO	84
ANEXO 6. PLANO DE UBICACIÓN DEL PROYECTO	87
ANEXO 7. ÁREA DE ESTUDIO.....	88
ANEXO 8. PANEL FOTOGRAFICO DE MUESTREO Y ANÁLISIS.....	90
ANEXO 9. RESULTADO DE ANÁLISIS	102
ANEXO 10. CERTIFICADO DE LA EPS SEDA HUÁNUCO S.A DE PRUEBAS DE CAMPO Y ANALISIS DE LABORATORIO.....	143
ANEXO 11. RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS.....	144
ANEXO 12. RESOLUCIÓN DE DESIGNACIÓN DE ASESOR DE TESIS.....	145

RESUMEN

En la presente investigación se evaluó la concentración del aluminio residual, procedente de la limpieza de los decantadores y lavado de los filtros rápidos, que vierte al río Higuera la Planta de Tratamiento de Agua Potable Cabritopampa de la EPS SEDA Huánuco S.A sin previo tratamiento y/o disposición final de los lodos residuales.

El método de la investigación consistió en un diseño experimental, en el que se realizaron 03 muestreos 100 m. aguas arriba, en el punto de vertimiento y 100 m. aguas abajo del río Higuera durante la limpieza de los decantadores y lavado de filtros rápidos en 3 fechas distintas, las cuales fueron analizadas en el laboratorio de la Planta de Tratamiento Cabritopampa de la EPS SEDA Huánuco, obteniendo como resultados el promedio de la concentración de aluminio residual en 100 m. aguas arriba del punto de vertimiento durante el lavado de filtros $0.02 \text{ mg Al/ L}^{-1}$ y en la limpieza del decantador 0.04 mg , en el punto de vertimiento durante el lavado de filtros de $9.67 \text{ mg Al/ L}^{-1}$ y en la limpieza del decantador $25.96 \text{ mg Al/ L}^{-1}$, 100 m. aguas arriba del punto de vertimiento durante el lavado de filtros de $7.66 \text{ mg Al/ L}^{-1}$ y en la limpieza del decantador $10.86 \text{ mg Al/ L}^{-1}$. Cabe resaltar que, se evaluó la concentración de aluminio en los lodos residuales antes de ser vertidos, dando un promedio en los filtros de $9.67 \text{ mg Al/ L}^{-1}$ y decantadores $27.96 \text{ mg Al/ L}^{-1}$, también se halló el volumen de los lodos residuales diariamente y mensualmente en los filtros son 0.63 m^3 y 19.2 m^3 ; en el lavado del decantador fue 47.52 m^3 y 397.33 m^3 .

Se concluyó que los valores superaron lo permitido por Estándares de Calidad de Agua para la Categoría 3 Riego de Vegetales y bebida de animales, ya que el valor que establece el D.S 004-2017 MINAM es de 5 mg Al/ L^{-1} .

Palabras claves: Aluminio, Planta de Tratamiento de agua, lodos.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the residual aluminum concentration, from the cleaning of the decanters and the washing of the rapid filters, which the Cabritopampa Drinking Water Treatment Plant of EPS SEDA Huánuco SA discharges into the Higuera River without prior treatment and or final disposal of residual sludge.

The research method consisted of an experimental design, in which 03 samplings were carried out 100 m. upstream, at the discharge point and 100 m. downstream in the Higuera river during the cleaning of the decanters and washing of the rapid filters on 3 different dates, which were analyzed in the laboratory of the Cabritopampa Treatment Plant of the EPS SEDA Huánuco, obtaining the average aluminum concentration as results residual in 100 m. upstream of the pour point during filter washing $0.02 \text{ mg Al/ L}^{-1}$ and in cleaning the decanter 0.04 mg L^{-1} , at the pour point during filter washing of $9.67 \text{ mg Al/ L}^{-1}$ and in cleaning the decanter $25.96 \text{ mg Al/ L}^{-1}$, 100 m. upstream of the pour point during $7.66 \text{ mg Al/ L}^{-1}$ filter washing and $10.86 \text{ mg Al/ L}^{-1}$ decanter cleaning. It should be noted that the aluminum concentration in the residual sludge was evaluated before being discharged, giving an average in the filters of $9.67 \text{ mg Al/ L}^{-1}$ and decanters $27.96 \text{ mg Al/ L}^{-1}$, the volume of the residual sludge daily and monthly in the filters being 0.63 m^3 and 19.2 m^3 ; in the decanter wash it was 47.52 m^3 and 397.33 m^3 .

It was concluded that the values found exceed that allowed by Water Quality Standards for Category 3 Irrigation of Vegetables and animal drinking, since the value established by D.S 004-2017 MINAM is 5 mg Al/ L^{-1} .

Keywords: Aluminum, Water Treatment Plant, sludge.

INTRODUCCIÓN

La Planta de Tratamiento de Agua Potable Cabritopampa de la EPS SEDA Huánuco S.A, es una planta convencional de abastecimiento de agua a los habitantes de Huánuco, Amarilis y Pillcomarca, cuenta con un sistema conformado por seis procesos: coagulación, floculación, decantación, filtración, cloración y cámara de contacto. Los coagulantes más usados durante estos procesos son el sulfato de aluminio, cloruro férrico y polímero catiónico que desestabilizan las partículas y forman flóculos.

Nos centraremos en los proceso de decantación y filtración, donde de forman los flóculos en lodos concentrados de aluminio que sedimenta fácilmente; y en el proceso de filtración los flóculos que no se han sedimentado se retienen en forma de arena y grava con concentración de aluminio.

Los lodos residuales procedentes de los decantadores y de los filtros rápidos con concentración de aluminio se vierten al río Higueras sin tratamiento previo, lo que genera impactos negativos en la salud y medio ambiente.

Es por ello, que la presente investigación **“EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL ALUMINIO RESIDUAL EN LODOS DEL DECANTADOR Y FILTROS QUE VIERTEN AL RÍO HIGUERAS LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE CABRITOPAMPA DE LA EPS SEDA HUANUCO - 2019”**, está enfocado en la determinación del nivel de concentración de aluminio residual en el río Higueras basado en los Estándares de Calidad de Agua del D.S 004-2017 MINAM , con el fin de minimizar el impacto en el medio ambiente, proteger la salud y el bienestar de la población y contribuir al desarrollo sostenible de los servicios de saneamiento especificando las condiciones mínimas para el buen manejo de los lodos residuales, tratamiento de los lodos y las instalaciones para su disposición final que toda debe tener cada planta de tratamiento de agua potable, de acuerdo con la R.M 128-2017 VIVIENDA.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El ser humano necesitan agua para su supervivencia y bienestar, a medida que las poblaciones se asentaban y crecían, también crecían los problemas de salubridad, lo que originó a implementarse los servicios sanitarios para provisionarse de agua potable y alcantarillado.

Contar con agua potable es necesario para la salud, uno de los derechos humanos básicos y un elemento de las políticas eficaces de protección de la salud (OMS, 2006), la potabilización procedente de aguas superficiales, necesita un tratamiento previo antes de ser suministradas a los consumidores es por ello que, se necesitan contar con Plantas de Tratamiento de Agua Potable, éstas estructuras permiten eliminar los diversos elementos nocivos para la salud, que tienen las aguas superficiales, al que se le denomina agua no tratada, con la finalidad de ser apta para el consumo humano, preservando la de salud de la población.

Las Plantas de tratamiento de agua potable utilizan sulfato de aluminio como coagulante principal para eliminar los sólidos mediante un proceso de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y cloración. Estos tratamientos se presentan como una alternativa adecuada para obtener agua apta para el consumo humano.

La realidad deficitaria de agua potable en la mayoría de los estados se refleja también en el Perú, donde existe un gran déficit y una gran demanda por el agua potable, esta misma realidad afrontan la ciudad de Huánuco, que cuenta con una Planta de Tratamiento la Empresa Municipal de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado EPS SEDA HUÁNUCO S.A., dicha Planta está diseñada para el tratamiento convencional de filtración rápida, donde para tratar el agua cruda utiliza como coagulante principal el sulfato de aluminio, para desestabilizar las cargas (neutralizarlas) y formar el flock, además de eliminar la carga microbiológica patógena (coliformes) y toda materia orgánica, la turbidez, el color, entre otros.

El aluminio constituye aproximadamente el 8% de la corteza terrestre, que no es peligrosa por naturaleza, ya que forma parte del equilibrio de la naturaleza. Lo que le hace tóxico es el consumo (ingesta), al ser humano en altas concentraciones siendo este elemento químico uno de los causantes del Alzheimer, por lo que en la actualidad en el Perú, el Reglamento de Calidad de Agua para consumo Humano, aprobado mediante el Decreto Supremo N° 031-2010-SA, establece los límites máximos permisibles (LMP), que debe contener el agua, el cual es 0.20 mg/L.

Este proceso de tratamiento de agua para el consumo humano, genera elementos residuales, que se depositan en los decantadores y filtros en forma de lodos, los cuales contienen diversos elementos en cantidades altas de sulfato de aluminio, hierro, manganeso y otros elementos, siendo evacuados cada cierto período de tiempo (sin tratamiento alguno) y vertidos directamente al cuerpo receptor que es el río Higuera.

La producción de agua de buena calidad y apta para el consumo humano, tiene procesos productivos industrializados en donde generan elementos residuales que, al ser eliminados sin tratamiento alguno, ocasionan impactos en el medio ambiente.

Es por ello, que el objetivo del estudio fue analizar el impacto o efectos que produce la Planta de Tratamiento de Agua Potable Cabrito Pampa de la Empresa SEDA HUÁNUCO S.A, en la producción de agua para consumo humano, destinada a la población Huánuco, Amarilis y Pillco Marca, el que ocasiona la descarga de los lodos al río Higuera con un alto contenido de elementos residuales entre ellos el aluminio. El vertido de residuos de las plantas de tratamiento de agua potable a cursos de aguas naturales se plantea problemas considerables porque si bien, este residuo es mayoritariamente inorgánico, forma sedimentos o lodos en los tramos del cauce del río, y al mismo tiempo aumentan la turbidez y el color de las aguas del órgano receptor. (RAMIREZ, 2008).

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema general.

¿Cuánto será la concentración del aluminio residual en el río Higueras, que genera el vertimiento de lodos residuales, proveniente de la limpieza de los decantadores y lavado de filtros rápidos de la planta de tratamiento de agua potable de Cabritopampa de la EPS SEDA Huánuco S.A?

1.2.2 Problemas específicos.

¿Existe diferencia de concentración de aluminio en los lodos residuales producidos en el decantador y los filtros rápidos?

¿Existe diferencia de concentración de aluminio en el río Higueras en 100 metros antes, 100 metros después y en el punto de descarga procedente de la limpieza de los decantadores y filtros?

¿Existe diferencia de volumen de lodos residuales, con presencia de aluminio, que son generados en los decantadores y filtros rápidos de la planta de tratamiento de agua potable de Cabritopampa de la EPS SEDA Huánuco S.A?

1.3 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la concentración de aluminio residual procedente de la limpieza de los decantadores y lavado de filtros rápidos que son vertidos directamente al río Higueras.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar el volumen de lodo residual en los filtros rápidos y decantadores antes de ser vertidos al río Higueras.

Determinar la concentración de los parámetros físico-químicos en 100 metros aguas arriba, 100 metros después y en el punto de descarga en el río Higueras

Determinar el grado de concentración del aluminio en 100 metros aguas arriba, 100 metros después y en el punto de descarga en el río Higueras.

1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Justificación teórica, concentración de aluminio en la descarga de lodos residuales de los procesos de decantación y filtración es un problema a nivel mundial, nacional y regional; porque puede generar diversos impactos en las aguas receptoras de este vertido, provocando impactos ambientales en la flora y fauna acuática, así como en la salud si es utilizada en altas concentraciones sin previo tratamiento.

Justificación práctica, existe la necesidad de realizar más estudios relacionados con las descargas con concentraciones de aluminio en los cuerpos de agua, procedente de los lodos residuales que son vertidos por las plantas de tratamiento de agua potable, los efectos de esto superan lo establecido por los Estándares de Calidad del Agua generando impactos negativos en el medio ambiente.

Justificación metodológica, determinación de la concentración de los lodos residuales con aluminio vertidos al río Higuera, provenientes de los procesos de decantación y filtración, donde se comparan los resultados con el D.S 004-2017 MINAM para ver si los resultados encontrados cumplen o superan la normativa vigente, también se describió el grado de concentración de aluminio mediante el método T- Student en donde estos resultados servirá como datos para tomar medidas.

Justificación social, generar mayor interés y cuidado del río Higuera, ya que, los resultados de esta investigación permitirán a la Empresa Municipal de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado EPS SEDA HUÁNUCO S.A, tomar medidas y/o acciones para la conservar la fuente de agua, mediante una adecuado manejo y reducción de los residuos de los lodos provenientes de limpieza de los decantadores y filtros de lavados rápido según a la R.M N°128-2017 Vivienda- Condiciones mínimas de Manejo de Lodos y las instalaciones para su disposición general.

Justificación económica, el proyecto de investigación es viable, ya que el análisis de los muestras se realizó en el laboratorio de la planta de

tratamiento de agua Potable Cabritopampa y estos resultados permitirán a la EPS Seda Huánuco S.A minimizar los impactos ambientales con un adecuado manejo de los lodos residuales.

Justificación personal, el trabajo de investigación me permitió adquirir nuevos conocimientos en realizar monitoreos y análisis de la concentración de los lodos residuales con aluminio en el laboratorio de la EPS SEDA HUÁNUCO es una oportunidad que me permite crecer en mi carrera profesional. Además, este proyecto servirá como base de datos para futuros estudios.

1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La principal limitación en el desarrollo del proyecto de investigación, fue que para realizar las evaluaciones del contenido de aluminio, durante el desarrollo de la presente tesis, fueron necesarios efectuar muestreos y análisis frecuentes, que demandan el uso de reactivos en cantidades considerables, motivo por el cual la Empresa Municipal de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado EPS SEDA Huánuco S.A, tuvo que adquirir una mayor cantidad de reactivos, que los previsto para su operación normal, generando demoras en los procesos de muestreo y análisis, debido a que la adquisición de estos reactivos mucho tiempo; asimismo otra limitación que ha generado un retraso en las evaluaciones de campo, es la falta de disponibilidad inmediata de equipos de medición de parámetros, ya que estos fueron llevados a calibrar.

1.7 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

El presente estudio es factible por las siguientes razones:

- Apoyo, asesoramiento y orientación profesional durante el desarrollo de esta investigación.
- Ingreso a la planta de Tratamiento de Cabrito Pampa y acceso a los equipos para el análisis de muestras en el laboratorio de la Empresa Municipal de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado EPS SEDA Huánuco S.A.

- Antecedentes bibliográficos como artículos, proyectos e investigaciones realizadas por tesis, y referencia de países de América del Sur con estudios similares al proyecto a realizar.

La ubicación del área del Proyecto de Investigación está interpretada en coordenadas UTM, WGS-84.

Tabla 1

Puntos de las coordenadas UTM del área de estudio

Puntos	Coordenadas UTM		Altitud
	Norte	Este	
Punto 01	8901370	361794	1969 m.s.n.m
Punto 02	8901386	361773	1970 m.s.n.m
Punto 03	8901310	361714	1957 m.s.n.m
Punto 04	8901217	361617	1926 m.s.n.m
Punto 05	8901207	361676	1928 m.s.n.m
Punto 06	8901189	361737	1952 m.s.n.m
Punto 07	8901289	361744	1930 m.s.n.m

Nota. Ubicación de la zona de estudio, datos procesados de Google Eart.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 Nivel internacional.

Bermeo e Idrovo (2014), realizaron el trabajo de investigación de “Aprovechamiento de lodos deshidratados generados en plantas de tratamiento de agua potable y residual como agregado para materiales de construcción” que sustentaron en la Universidad de Cuenca, Ecuador para optar el título de Ingeniero Civil, resume la investigación en lo siguiente: se analizó en la Planta de tratamiento de Sústag y el sistema de Lagunas de estabilización de Ucubamba que tiene por **objetivo determinar la utilidad de los lodos como agregados para materiales de construcción** una nueva forma ecológica e innovadora. **Los resultados demostraron que los lodos procedentes de la potabilización del agua no son efectivos** para la fabricación de materiales de construcción debido al elevado contenido de sulfatos, ya que se pudo observar un notable efecto corrosivo sobre los morteros y hormigones dándole una probabilidad de resistencia baja. En cambio, los lodos de tratamiento de aguas residuales son más efectivos para la fabricación de materiales: morteros, hormigones y para ladrillos tienen mayor eficiencia y resistencia.

Gutiérrez et al (2014), realizaron el artículo sobre de “Tratamiento de lodos generados en el proceso convencional de potabilización de agua” en la Universidad de Medellín, Colombia. Para la Revista Ingenierías, donde su investigación se resume en lo siguiente: Se realizaron dos muestreos de cada unidad de tratamiento en la cual producen lodos con aluminio del proceso de sedimentación de una planta convencional de potabilización de agua sometidos a **ensayos de recuperación de aluminio adicionando ácido sulfúrico H_2SO_4 se logró recuperar en un 60% a 70% de la concentración inicial del lodo**. De acuerdo a la normativa del país la caracterización física química, los lodos provenientes de los sedimentadores no son consideradas residuos peligrosos. De acuerdo a los resultados, las alternativas de tecnologías de tratamiento de

lodos fueron la sedimentabilidad que presenta mayor ventaja debido a que utiliza dosis de polímeros bajas al igual que la tecnología de espesamiento. **En conclusión, aunque se obtuvo altos porcentajes de aluminio por vía acida, estas tecnologías fueron descartadas ya que se requiere altas cantidades de ácido sulfúrico.**

García (2014), realizó la investigación de “Tratamiento de efluentes para la Planta de Potabilización de agua los cuervos en el Municipio de Chinchiná en Manizales Colombia”, que sustentó en la Universidad Nacional de Colombia en Manizales, Colombia. Para optar el título de Magister en Ingeniería Ambiental, resume su investigación en lo siguiente: **determinar en planta los parámetros y equipos necesarios para un tratamiento de efluentes en la planta y su posterior disposición final.** Se realizó la caracterización de parámetros en el lodo grueso del sedimentador y en agua del lavado de dos (02) filtros donde **la concentración de aluminio en las descargas del sedimentador es de 2000 mg-Al/L y de los filtros es de 10 mg-Al/L el análisis se realizó en el laboratorio de planta** de acuerdo a los valores determinados por ACUATEST. Así mismo el contenido de aluminio perjudica a los peces en la fuente receptora del efluente, es decir, los peces mueren en concentraciones altas de aluminio.

El tratamiento que se planteó para la planta de Tratamiento los Cuervos es un Tanque homogeneizador para lodos livianos es una estructura que será capaz de almacenar 148m³. **En conclusión, es viable el proyecto ya que es de fácil operación y tratamiento.**

2.1.2 Nivel nacional.

Chire y Rondán (2014), realizó la investigación de “Uso de lodos generados en los decantadores de una planta de tratamiento de agua potable como materia prima para la elaboración de ladrillos de construcción”, que sustentó en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú Para optar el título de Ingeniero químico, resume su investigación en lo siguiente: **El objetivo del estudio es reducir el impacto ambiental aprovechando los lodos generados en los**

decantadores como materia prima para elaborar ladrillos de construcción. Se realizó una característica fisicoquímica del **lodo proveniente de 03 decantadores** de la planta de tratamiento de agua potable, donde la concentración de aluminio es de 2412mg/L. Se diseñó un tanque espesador con un área de 390 m², la textura de lodos generados indica presencia de óxidos de aluminio, se comparó tipo de tierras usadas en ladrilleras siendo la tierra arcillo limosa la que dio mejor resultado en ensayos de resistencia a la compresión 55.91kg/cm² y absorción de agua 8.51%. En conclusión, el lodo producto del tratamiento de agua potable tiene una **aceptable viabilidad para elaborar ladrillos**, el uso deberá ser en 50% clasificando como ladrillo de tipo I.

Castillo (2017), realizó el trabajo de investigación “Alternativas de deshidratación de lodos de una planta de tratamiento de agua potable”, que sustentó en la Universidad Nacional de Ingeniería en Lima, para optar el título de Ingeniero Sanitario, resumen su investigación en lo siguiente: **determinar cuál es la tecnología adecuada para la deshidratación de los lodos descargados** por la Planta de Tratamiento de Agua Potable la Atarjea hacia el río Rímac,

Se analizaron tres propuestas de tecnologías de deshidratación: filtro prensa, centrifuga y lechos de secado de lodos, donde la tecnología seleccionada fue **el filtro de prensa de placas, ya que genera un lodo deshidratado que ocupa un menor volumen de 44,32 m³ y menor peso de 51,43 Tn**. Además, la planta de tratamiento de lodos genera un caudal clarificado de 0,507 m³/s como efluente procedente del decantador con una turbidez de 1,23 UNT, este caudal será devuelto a los embalses reguladores de la PTAP La Artajea para su reutilización ya que cumple los parámetros exigidos por el ECA de agua y su categoría 1 A2- MINAM D.S N° 015-2015. Para esta investigación se tomó en cuenta las normativas que se vienen implementando para regular el manejo de los lodos que son originados por los procesos de tratamiento en una Planta de tratamiento de Agua Potable, dicha normativas son La Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos y las Condiciones mínimas de manejo de lodos y las instalaciones para su disposición final (R.M 128-2017-VIVIENDA). **En**

conclusión, se determinó que la mejor alternativa de tratamiento para la deshidratación de lodos descargados es el filtro de prensa de placas, también se confirmó la hipótesis donde las alternativas de tratamiento permitieron concentrar y reducir el volumen de los lodos de la Planta de Tratamiento La Atarjea.

2.1.3 Nivel regional.

Espinoza (2018) realizó el trabajo de investigación “Caracterización fisicoquímica de las aguas residuales del lavado de los filtros de la planta de Tratamiento de agua potable Cabrito Pampa, distrito, provincia y departamento de Huánuco; para generar una base de datos desde julio a octubre-2018”, que sustentó en la Universidad de Huánuco, para optar el título de Ingeniero Ambiental, resume su investigación en lo siguiente, el objetivo es realizar la caracterización fisicoquímica de las aguas residuales del lavado de los filtros. Se tomaron muestras de la Planta 1 y 2 con 04 filtros cada planta respectivamente, en total se tomaron 08 muestras diarias por 04 días, donde se analizaron: sólidos suspendidos, conductividad, turbidez, temperatura, pH, Aluminio y Sulfatos. En conclusión, los resultados de la caracterización permitieron crear una base de datos para futuras investigaciones.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 La necesidad de contar con una planta de tratamiento de agua potable para consumo humano.

Dotar agua potable a las personas se ha convertido en una necesidad fundamental, incluso a nivel de derecho humano. Todas las personas tienen derecho a la vida y a la salud, esto quiere decir a consumir agua potable para lo cual los estados y los gobiernos regionales, así como los locales tienen la obligación de dotar de agua potable a sus ciudadanos, para ello el estado crea organismos administrativos y científicos para formular parámetros adecuados y regulaciones de tipo administrativo.

2.2.2.1 Clasificación de planta de tratamiento de agua.

Las plantas de tratamiento están diseñadas y construidas a partir del volumen de agua disponible, a la capacidad de almacenamiento y a la

viabilidad económica, social y ecológica; estas pueden ser de filtración rápida y lenta:

- **De filtración rápida.**

Se denomina así porque trata de filtrar un volumen medio de la capacidad de almacenamiento, pero en los tiempos más cortos posibles, la calidad del agua que produce puede ser para consumo directo o puede utilizarse una filtración complementaria de manera completa o directa.

- **De filtración lenta**

Se dice que es de filtración lenta porque incluye más procesos complementarios que la filtración rápida, pero abarca mayor volumen de agua y menor tiempo.

2.2.2 Procesos básicos en la potabilización del agua

Coagulación.

Proceso que elimina el mayor número de impurezas solubles e insolubles tratando de alterar las características y propiedades del agua y cuyo objetivo es eliminar la carga de impurezas que son removidas por decantación y filtración. Este proceso está en estrecha relación con la condición y calidad de agua cruda que entra a la planta de tratamiento. El agua cruda determina los indicadores del tratamiento ya sea generando estándares, costos y procedimientos. (Barrenechea, 2004)

Tabla 2

Dimensión de las partículas del agua cruda.

Diámetro (mm)	Escala	Tiempo requerido para sedimentar
10	Grava	0,3 s
1	Arena gruesa	3,0 m/s
0,1	Arena fina	38,0 s
0,01	Sedimento	33,0 min
0,001	Bacteria	55,0 horas
0,0001	Partícula coloidal	230,0 días
0,00001	Partícula coloidal	6,3 años
0,000001	Partícula coloidal	63,0 años

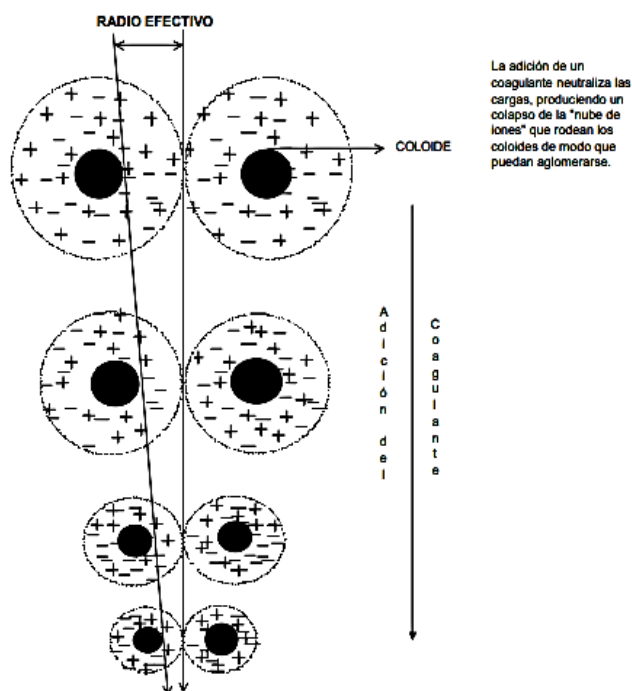
Nota. Barrenechea (2004)

Según SEDAPAL (2020), la coagulación desestabiliza químicamente las partículas coloidales producidas para neutralizar las fuerzas que provocan su separación, mediante el uso los coagulantes químicos y la aplicación de la energía de mezcla.

En la figura 1 se muestra el proceso de coagulación, se muestra cómo los coagulantes químicos eliminan cargas superficiales coloidales que permite que estas partículas coloidales se agrupen para formar flóculos, la coagulación es el tratamiento más efectivo, pero es costo si no se realiza correctamente, es común utilizado para eliminar grandes cantidades de sustancias de diferente naturaleza y de peso, en un costo menor en comparación con otros métodos.

Una coagulación inadecuada puede provocar a un rápido daño de la calidad del agua y generar costos operativos innecesarios. Por lo tanto, se considera que la dosificación del coagulante facilita la operación del proceso de decantación y aclarar el agua no será posible si la cantidad de coagulante se regula incorrectamente.

Figura 1
Proceso de coagulación



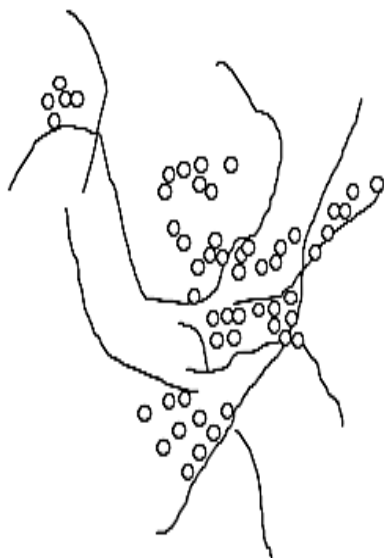
Nota. La figura muestra cómo funciona el proceso de la coagulación. SEDAPAL (2020)

Floculación.

Según el Manual de Operaciones de la EPS Seda Huánuco (2019), la microfloculación de partículas aglomeradas de agua cruda se inicia con un proceso lento de remoción, con el propósito de aglomerarlos en tamaños cada vez mayores hasta alcanzar volúmenes que sirven de indicador para verificar la calidad del agua, así mismo constituye indicadores para una buena floculación la naturaleza del agua cruda, su temperatura, su turbiedad y su carga físico químicas. El tiempo de floculación es función de la capacidad de contener o tratar el agua y de la capacidad instalada para el proceso de floculación, las formas son hidráulicas y mecánicas.

La floculación es el movimiento de masa coagulada que permite la aglomeración y crecimiento de los flóculos formados con el fin de incrementar el tamaño y el peso para una factible decantación. Estos pequeños flóculos iniciales al unirse forman aglomeraciones más grandes que son capaces de asentarse, tal como se muestra en la figura 2.

Figura 2
Proceso de floculación



Floculación : El floculante tiende un puente entre las partículas coloidales aglomeradas para formar flóculos mas grandes fácilmente sedimentables.

Nota. La figura muestra cómo funciona el proceso de floculación. SEDAPAL (2020)

Sedimentación

En este proceso los sólidos suspendidos en el agua que caen al fondo del tanque de sedimentación. También es un proceso natural que sucede bajo la influencia de la gravedad en ríos y lagos, este fenómeno natural ha sido regulado para obtener agua pura y segura.

Según OPS/CEPIS (2004) es el proceso más utilizado y mejor conocido en las plantas de tratamiento de agua a nivel nacional, consiste básicamente en un proceso natural porque en ella se establece la quietud del agua, para que a través de un proceso de gravedad los flóculos formados desciendan al fondo del estanque y el agua clarificada y apta para el consumo queda en la parte superior, con este proceso se busca la eliminación de los sólidos pesados llegando a los filtros con hasta 90% menos de turbidez. La técnica más eficaz consiste en hacer que los flóculos o partículas alcancen mayor tamaño para que puedan decantar con mayor rapidez.

El proceso de sedimentación se basa en la Ley de Stokes, en donde las partículas más pesadas y grandes del agua tienen más probabilidades de sedimentarse. La viscosidad del líquido también se ve afectado, ya que cuanto es menor la viscosidad, mayor es la velocidad y capacidad de sedimentar.

Las partículas en suspensión se clasifican según su diámetro y de estado de suspensión:

Partículas en suspensión de hasta 10^{-4} cm, llamadas sedimentación simple, solo pueden estabilizarse mediante procesos físicos como la gravedad.

Coloides con tamaños de partículas de 10^{-4} y 10^{-6} cm, los coloides se precipitan hasta que formen flóculos de sedimentación y se deben agregar productos químicos.

Solución que contiene partículas de menos de 10^{-6} cm.

Las sustancias solubles deben volverse en insolubles para formar flóculos sedimentables. Como el caso anterior, requiere agregar insumos químicos.

La sedimentación de partículas ocurre cuando la velocidad del flujo del agua es inferior a la velocidad de sedimentación de los sólidos en

suspensión. Esto es necesario cuando se requiera construir un estanque de sedimentación.

Los tiempos y velocidades para sedimentar en una distancia de 0,3 m es de 38 segundos para granos de arena con una velocidad de 88 mm por segundo (mm/s), luego transcurren 35 horas de aglomeración bacteriana con una velocidad de 0,00154 mm/s y en caso de los coloides el tiempo de sedimentación puede llegar hasta los 63 años y una velocidad de 0,000000154 mm/s. La velocidad de sedimentación depende de factores como la temperatura del agua, el diámetro y la densidad.

Los tanques de sedimentación son de forma circular o rectangular y tener cuatro partes bien diferenciadas – OPS/CEPIS (2006)

Zona de entrada: es la zona donde entra el agua hacia el tanque de sedimentación. Es necesario controlar la velocidad para evitar turbulencias. El agua generalmente ingresar a velocidad de no más de 5 cm/s.

Zona de sedimentación: se necesita de un flujo de agua lento y uniforme para facilitar la sedimentación de partículas en el fondo, donde hay una zona de lodos.

Zona de lodos: es el lugar donde se deposita las partículas sólidas en el agua. En la parte inferior hay un desagüe para la extracción de los lodos, es necesario retirarlos para prevenir que se obstruya el desagüe, esto se hace a una velocidad baja para evitar que floten en el agua.

Zona de salida: es la zona por donde sale el agua, tiene una estructura que mantiene los materiales flotantes fuera del agua.

2.2.2.1 Los tipos de sedimentadores más utilizados

Según Maldonado, V. (2004), sostiene lo siguiente:

Decantadores estáticos

Los decantadores estáticos su principal función es mantener el agua con menos movimiento y con el menor consumo de energía y esfuerzo físico, así tenemos los de tipo circular, rectangular o cuadrados, todos ellos con la misma función; así mismo pueden ser dinámicos y laminares.

Proceso de limpieza y desinfección de los decantadores.

Este proceso se realiza en función de la estructura instalada y en función a los materiales y/o recursos con el que se cuenta. La limpieza consiste en retirar la mayor cantidad de lodo posible dentro de un determinado periodo puede hacerse de manera manual o de manera automática, en función al tipo de instalación hidráulica. La desinfección de los decantadores cobra relevancia en estos últimos tiempos y ahora se procura utilizar elementos y procesos más complejos para su desinfección, se utiliza agua caliente o fría a presión, en algunos casos se puede mezclar con el aire o también con aire puro a presión.

Filtración

La filtración es un proceso final del tratamiento del agua potable y es un indicador que se está cumpliendo los límites máximos permisibles del agua, en los filtros rápidos donde se retienen las últimas impurezas que puedan haber pasado en los procesos precedentes, lo que incluye el paso del agua por medios o filtros porosos para que puedan ser retenidos los microorganismos que perjudiquen la salud humana, se recomienda que llegue a la filtración el agua menos turbia posible. El proceso de suspensión es un factor clave de la filtración, en ella se toma en cuenta el tipo, tamaño, densidad, dureza, temperatura, pH y concentración de partículas, todos ellos factores claves para una buena filtración.

Filtros lentos, cuando se emplea mayor cantidad de tiempo y agua, se aprovecha la mayor cantidad del brillo solar y las propiedades la “piel del filtro”.

Filtros rápidos, cuando se emplea menor cantidad de tiempo y menor cantidad de agua.

2.2.3 El aluminio como elemento químico usado en las plantas de tratamiento de agua potable

Según Lenntech (2017), el aluminio se encuentra de diferentes formas en la tierra, pero este elemento químico no está en su estado puro. El aluminio se separa de la bauxita, mediante procesos, sus propiedades físicas, químicas y mecánicas hacen que el aluminio esté presente en todo

lo que nos rodea: aviones, barcos, automóviles, ventanas, envoltorios, latas de refrescos, cables eléctricos y más.

Composición

Según OMS, (2003), la composición y derivados del aluminio en su forma molecular es la siguiente:

Tabla 3
Compuesto y forma molecular del Aluminio

Compuesto	Formula molecular
Aluminio	Al
Cloruro de aluminio	Al Cl ₃
Hidróxido de aluminio	Al (OH) ₃
Óxido de aluminio	Al ₂ O ₃
Sulfato de aluminio	Al ₂ (SO ₄) ₃

Nota. OMS (2003), Aluminium in drinking-water.

Propiedades organolépticas

El aluminio como coagulante para el tratamiento del agua puede provocar un aumento de niveles de aluminio en el agua tratada, los niveles de concentraciones residuales son elevados, el aluminio puede ser depositarse en el sistema de distribución. La perturbación de los depósitos por cambio en el caudal puede aumentar los niveles de aluminio en el grifo y provocar un color y turbidez indeseables.

Usos principales

El metal de aluminio se usa como material estructural en la construcción, la automoción y los aviones.

En las industrias, en la producción de aleaciones metálicas, en la industria eléctrica, en utensilios de cocina, y en el envasado de alimentos.

Los compuestos de aluminio se utilizan como antiácidos, antitranspirantes y alimentos.

El aluminio es mayormente utilizado para el tratamiento de agua como coagulante para r la materia orgánica, el color, la turbidez y los niveles de microorganismos. El proceso generalmente consiste en la adición de una sal de aluminio (a menudo sulfato) a un pH y dosificación óptimos.

2.2.3.1 Aluminio como coagulantes en el tratamiento del agua.

Según OMS (2013), la presencia de aluminio en el agua es de origen natural y el sulfato de aluminio es cuando es utilizado en el tratamiento del agua. El aluminio en altas concentraciones de 0,1–0,2 mg/l, puede causar incomodidad a los usuarios debido a la precipitación del floculo de hidróxido de aluminio en el sistemas de distribución y al aumento del color del agua debido al hierro. Por lo tanto, optimizar los procesos de tratamiento es de suma importancia para reducir la presencia de restos de aluminio en el proceso de abastecimiento, con las condiciones adecuadas en muchos casos pueden alcanzar concentraciones de aluminio inferiores a 0,1 mg/l.

El tratamiento químico por coagulación con sustancias químicas es el más utilizado en el proceso de tratamiento de aguas superficiales.

2.2.3.2 El sulfato de aluminio como agente coagulante

Las sales del aluminio se clasifican como los coagulantes más utilizados debido a su menor costo, facilidad de preparación y manipulación, ya que tienen una capacidad de coagulación óptima con un rango de pH extenso. (BARJAS, LEÓN 2015)

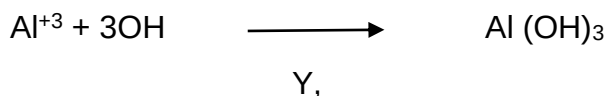
Sulfato de Aluminio

Según (Castrillón y Giraldo, 2012), el sulfato de aluminio, es uno de los coagulantes estándar de mayor uso en el tratamiento de agua. Usualmente, el insumo químico tiene la formula $Al_2 (SO_4)_3 \cdot 14H_2O$. Esto se da como resultado de la descomposición de minerales de bauxita con ácido sulfúrico.

El sulfato de aluminio viene en diferentes presentaciones: en polvo, granos similares al arroz y en líquido. El sulfato de aluminio, es accesible para todo el mundo y a un costo accesible ya que, su producción es fácil incluso en fábricas muy sencillas, la mayoría de plantas de tratamiento de agua están proyectados para el utilizar el aluminio y los operativos de las plantas está aptos en el uso de aluminio.

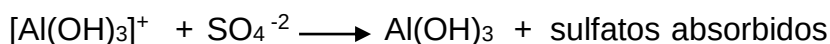
Cuando se agrega una solución de sulfato de aluminio en el agua, las moléculas se separan en Al^{+++} y $SO^{=}$. El Al^{+++} y se mezclan con coloides negativos para equilibrar parcialmente de la carga de la partícula coloidal.

El Al^{+++} puede mezclarse con los OH^- del agua y forma hidróxido de aluminio.



El hidróxido de aluminio se caracteriza por ser coloidal, porque atrae iones positivos en la solución para crear un sistema coloidal con cargas positivas. Dicho sistema coloidal equilibra la carga del coloide negativo y contribuye a la aglomeración completa.

Con frecuencia se forma un excedente de solución del hidróxido de aluminio y la eliminación y precipitación se lleva a cabo mediante iones de sulfato y otros iones negativos existentes en el agua.



2.2.4 El aluminio en la atmosfera y la exposición humana

Aire

El aluminio entra en la atmósfera como un componente importante de las partículas atmosféricas originadas por la erosión natural del suelo, actividades mineras o agrícolas, erupciones volcánicas o combustión del carbón. Las concentraciones atmosféricas de aluminio muestran una distribución temporal y variaciones espaciales. Los niveles de aluminio en el aire van desde $0.0005 \mu\text{g} / \text{m}^3$ sobre la Antártida hasta más de $1 \mu\text{g} / \text{m}^3$ en áreas industrializadas.

Agua

La concentración de aluminio en aguas naturales puede variar significativamente dependiendo de varios factores fisicoquímicos y mineralógicos. Concentraciones de aluminio disuelto en aguas con valores de pH casi neutros por lo general varían de 0.001 a $0.05 \text{ mg} / \text{litro}$, pero aumentan a 0.5 a $1 \text{ mg} / \text{litro}$ en aguas más ácidas o agua rica en materia orgánica. En la extrema acidez de aguas afectadas por el drenaje ácido de

minas, concentraciones de aluminio disuelto de hasta 90 se han medido mg / litro.

El aluminio concentrado en el agua tratada varían de acuerdo con los niveles encontrados en la fuente de agua y si se utilizan coagulantes de aluminio durante el tratamiento del agua. En Alemania, el nivel del aluminio en los suministros públicos de agua promedió 0.01 mg / litro en la región occidental, mientras que los niveles en el 2,7% de los suministros públicos en la región oriental superaron los 0,2 mg / litro.

2.2.5 El aluminio y su impacto Ambiental

El aluminio se libera al medio ambiente principalmente por procesos naturales, varios factores influyen la movilidad del aluminio y posterior transporte dentro del entorno, estas incluyen especiación química, vías de flujo hidrológico, relación entre el suelo con el agua y como se componen de los materiales geológicos subyacentes ambientes ácidos causados por la mina ácida.

El drenaje o la lluvia ácida pueden causar incrementos en el contenido de aluminio diluido en las aguas circundantes.

El aluminio puede ocurrir en varias formas diferentes en el agua, puede formar monómeros y especies hidroxilo poliméricas, soluciones y geles poliméricos coloidales y precipitados. Sobre iones positivos o aluminatos hidroxilados. Estos también forman complejos con compuestos orgánicos (por ejemplo, ácidos húmicos o fúlvicos) y ligandos inorgánicos (fluoruro, cloruro y sulfato), la gran parte de estas no son solubles. La composición química del aluminio en el agua es complicado, y diversos parámetros químicos, entre ellos el pH, establece que el aluminio se manifiesta en una solución acuosa. En agua cruda, el aluminio posee una solubilidad pequeña, dentro del rango de pH 5,5 a 6,0.

2.2.6 Aguas y desechos residuales que producen las plantas de tratamiento de agua potable.

Producir agua apta para consumirla implica el uso de elementos químicos, orgánicos e inorgánicos con la finalidad de purgar el agua y hacerlo apto para su consumo, en este afán se desecha gran cantidad de

residuos sólidos y gases, en muchos casos tóxicos y no aptos para el consumo humano, animal y/o agricultura.

Lodo residual de los decantadores

Durante la coagulación y floculación del agua sin tratar, la cantidad de los coagulantes usados están relacionados con la cantidad del agua tratada. Los lodos son los sedimentos acuosos y espesos compuesta por sólidos, en ella se pueden encontrar restos de los coagulantes usados, coagulantes de tipo mineral, no mineral, bacterias, virus y otros organismos patógenos, dado a su composición su reciclaje es un proceso muy complicado y difícil además implica un costo adicional a la producción del agua potable. El desafío que tienen las plantas de tratamiento es poder recuperar los residuos y su posterior utilización mediante el proceso de reciclaje en diversos productos o materiales de uso humano.

Aguas residuales de la limpieza de los filtros

Si bien los filtros constituyen el último proceso para producir agua potable en las plantas de tratamiento, ello implica también que los filtros emiten o generan residuos concentrados de los productos químicos, orgánicos e inorgánicos que son utilizados durante su tratamiento. Esta acumulación de residuos constituye un pasivo ambiental provocado por las plantas de tratamiento de agua potable ya que no está establecido en la mayoría de casos, no se cuenta con disposición final de esos residuos por lo que en su mayoría son vertidos a los cauces de los ríos aguas abajo produciendo un desequilibrio de la composición de las aguas y por lo tanto afectando el ecosistema y el medio ambiente por el que transcurre el río.

2.2.7 Técnicas para determinar los elementos químicos y parámetros de potabilización del agua

Ensayo de la prueba de jarras

La prueba de jarras es la más utilizada en las plantas de tratamiento para fijar la dosificación química y parámetros para purificar el agua. Esta prueba es realizada como una simulación de los procesos químicos de coagulación, floculación y sedimentación haciendo más factible su uso. (RESTREPO, 2009).

Esto está conformado por 06 vasos precipitados, en los que tienen un volumen constante de agua, donde se añade diferentes dosis de coagulante para una concentración específica del agente coagulante, luego se realiza la simulación del proceso de mezcla rápida y lenta esto contiene una serie de paletas formando varios agitadores, con similares condiciones hidráulicas obtenidas en todas las muestras.

Durante la prueba de jarras se añade una dosis de concentración específica del coagulante determinado a cada jarra, luego la muestra es agitada a una velocidad de 70 rpm durante un minuto, imitando a la mezcla rápida. Recorrido ese tiempo, se realiza la simulación de la mezcla lenta, donde se disminuye la velocidad a un rango de 30 rpm por un periodo de tiempo de 15 minutos, finalmente se deja decantar por 20 minutos. Cabe señalar que debido a las condiciones pueden sufrir cambios de según el tipo de agua y coagulante cuando se realice el proceso. (Barajas, León 2015).

Parámetros físico químicos para tratamiento del agua

Según Barajas y León (2015), durante el tratamiento del agua se evalúan los parámetros fisicoquímicos del líquido para establecer la calidad y el tratamiento que se realizará al agua cruda. Cabe enfatizar que estos parámetros son de suma importancia durante la coagulación y floculación, porque estos determinan la eficacia de los insumos químicos durante la remoción de materia en suspensión y por ende en la calidad del agua.

A continuación se describirá los principales parámetros fisicoquímicos que determinan la coagulación y floculación:

pH

El potencial de hidrógeno o pH es el grado de acidez o basicidad de la concentración de iones de H^+ de una solución. Su rango de valores es de 0 a 14. Una disminución de una unidad corresponde a una disminución diez veces mayor en la concentración de iones de hidrógeno. Cuando el pH es bajo en el agua indica que esta se hace más ácida y si el pH tiende a aumentar indica que la concentración es más básica, el pH neutro tiene un valor de 7. Los coagulantes cuentan con un rango de pH,

donde se puede determinar su acción más eficiente, es por ello que es de suma importancia conocer el pH del agua cruda, previo a ser tratada, esto determinará qué cambios y ajustes de pH se debe realizar para tener un tratamiento óptimo.

Alcalinidad

Es parámetro que influye en los valores del pH, por lo que la alcalinidad se considera como uno de los factores importantes durante el proceso de coagulación. El agua reacciona a los iones hidrógeno que es causada principalmente por iones carbonato (CO_3^{2-}) y bicarbonato (HCO_3^-) e hidróxidos, esto se debe a las propiedades en el agua, la contaminación industrial con presencia de bases fuertes y ácidos débiles, entre otros, esto se analiza con el método de titulación con ácido sulfúrico y fenolftaleína o naranja de metilo como indicadores.

Conductividad

Es la capacidad para transmitir corriente eléctrica de una solución acuosa, esto depende de la presencia de iones, de su concentración y las temperaturas del ambiente. Esto se determina mediante el método de electrometría con un equipo llamado conductímetro, su resultado es expresado en la unidad de medida de micro siemens por cm^{-1} en esta medida se analiza la cantidad de sólidos disueltos que son removidos en los procesos de la coagulación y la floculación.

Color

Es la propiedad organoléptica que se determina a simple vista con luz difusa sobre un fondo blanco o con un espectrofotómetro. El color del agua es claro lo que significa que no tiene sólidos en suspensión. El cambio de color en el agua es causado por la presencia de hierro y manganeso ya sea por el contacto del agua con residuos orgánicos, hojas, madera, raíces, y más.

Turbidez

Es una característica que detalla la transparencia o turbiedad de una fuente, a causa de las partículas en suspensión. El agua con alta turbidez significa que existe la presencia de arenas, lodos, limo u otros precipitados químicos que producen las partículas suspendidas, materia

en suspensión como arcilla, limo, materia orgánica e inorgánica, plancton y otros microorganismos que se pueden encontrar en el agua cruda.

Determinar la turbidez previa a realizar el proceso de potabilización del agua es de suma importancia para el consumo humano, los valores de turbidez determinan el tratamiento que se requiere realizar, ya que todo influye como el proceso de filtración sea más óptimo, la eficiencia de los insumos químicos en la coagulación, sedimentación y filtración. Esto mide por con un equipo llamado turbidímetro, que mide la cantidad de luz de las partículas suspendidas en el agua por medio un detector de luz. La unidad de la turbidez es NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez).

Temperatura

Es el parámetro que mide el calor o frío de alguna sustancia o elemento, esta tiene escalas definidas, que pueden como: Kelvin, Celsius, Fahrenheit, Rankine y Réaumur. La temperatura varia durante la formación del floculo cuan más fría este el agua, es más lento la reacción del agente coagulante y por ende el tiempo de formación de flóculos será mayor.

2.2.8 Contaminación del Río Higueras

Según SENAMHI (2016)

Micro cuenca del Higueras

El río Higueras está formado por los ríos Milpo y Niño-Yuramayo para formar el río Cozo, que a su vez converge con el río Mito que forma el río Higueras. Estos ríos surgen de una serie de afluentes de otras fuentes permanentes y temporales, su caudal ocurre solo durante los meses de lluvia, además de las lagunas y caudales subterráneos.

La cuenca del Higueras tiene una superficie de 4195 msnm según cartografía del IGN y desemboca por su margen izquierdo al río Huallaga, que cursa de sur a norte la ciudad de Huánuco. El río Huallaga se une al río Marañón por su margen derecho, este último se une al río Ucayali y forman el río Amazonas.

Parámetros Geomorfométricos

La cuenca del río Higuera está conformada por quebradas ríos, y también por las subcuenca Chaulan, Chullay, Margos, Huancapallac y parte de la subcuenca Kotosh.

Los principales parámetros morfométricos determinados para la cuenca receptora en la estación Higuera son de 663.2 km² y el área total hasta su cruce con el río Huallaga con 704. 23 km² La altitud es de 3592 msnm y la altitud es de 3361 msnm.

El alto grado de toxicidad del río Higuera

Dado a que en los últimos años están proliferando asentamientos humanos en los caseríos de Mito, Cozo e Higuera con altos grados de concentración poblacional, quienes tienen como principal actividad la agricultura. Estas poblaciones generan una gran cantidad de aguas servidas, y que a su vez producen una cantidad de coliformes fecales que sin tratamiento son vertidos a las aguas del río Higuera. Así mismo la actividad agrícola utiliza plaguicidas y pesticidas de manera indiscriminada y sin control alguno. Últimamente también están proliferando lavaderos de carros que generan una contaminación en base a los hidrocarburos. Es necesario hacer un estudio hidrobiológico y etiológico para determinar con precisión los indicadores del nivel o grado de contaminación que pueda tener el río Higuera aguas arriba antes de ingresar a la planta de tratamiento de Cabritopampa.

2.2.9 Usos del agua a nivel de río principal y afluentes, según la Ley de Recursos Hídricos, Ley N°29338

El agua es un recurso fundamental que satisface los diversos usos, se establece las clases de uso de agua se establece las clases de uso de agua, siendo su otorgamiento y ejercicio en prioridad siguiente:

Uso Primario: Es el uso directo y eficiente de los recursos hídricos y las vías públicas para satisfacer las necesidades humanas básicas. El acceso a fuentes de aguas naturales y artificiales para uso primario es gratuito, sin afectar la propiedad de terceros asociados al agua.

Uso Poblacional: Esto incluye obtención del agua desde una fuente o red, con un tratamiento adecuado para satisfacer las necesidades humanas primarias. Cabe señalar que el agua para uso poblacional debe ser tratada adecuadamente independiente de la categoría de cada cuerpo de agua.

Uso Productivo: en esta categoría los procesos de producción son los mismos. El orden de prioridad para suministro de agua con fines de producción agrícola, acuícola y pesquero; energético, industrial, medicinal y minera, recreativo, turísticos y transportes; entre otros usos, los derechos de agua deben obtenerse de la Autoridad Administrativa del Agua con la participación del Consejo de Cuenca Regional o Interregional, según sea el caso.

2.2.10. Categoría de los estándares de calidad Ambiental para agua.

Según D.S 004-2017-MINAM para la aplicación de los Estándares de Calidad Agua se debe considerar lo siguiente:

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

Subcategoría A: Aguas Superficiales destinadas a la producción de agua potable

Son fuentes de agua que necesita un tratamiento previo, con el fin de ser utilizadas para abastecer agua para consumo humano:

A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección

Fuentes que cumple con las condiciones de uso para el suministro de agua apta para su consumo humano con simple desinfección, de acuerdo a la norma vigente.

A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

Se trata del agua destinada al consumo humano, normalmente tratada mediante procesos como: coagulación, floculación, decantación y cloración.

A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado.

Son aquellas aguas destinadas para consumo humano, mediante un tratamiento convencional que abarca procesos físicos y químicos más avanzados establecidos por el sector competente.

Subcategoría B: Aguas Superficiales destinadas para la recreación

Se refiere a aquellas aguas destinadas a fines recreativos ubicadas en zonas marinos. La amplitud de las aguas marinos costeras es variable e incluye el cinturón subterráneo entre el límite continental hasta los 500 m del paralelo de la marea baja.

B1. Contacto primario

Son aguas destinadas al uso recreativo de contacto primario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de actividades como la natación, el esquí acuático, el buceo libre, el surf, el canotaje, la navegación en tabla a vela, la moto acuática, la pesca submarina o similares.

B1. Contacto secundario

Son aquellos cuerpos de aguas destinadas para uso recreativo, para el desarrollo de deportes acuáticos.

Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales.

C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marinos costeras

Son aguas que están destinados a la extracción y/o cultivo de moluscos.

C2: Extracción y cultivo y de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras

Están destinadas al cultivo de especies hidrobiológicas para el consumo humano como los peces y las algas.

C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras

Son aguas cercanas a las infraestructuras con actividades industriales y/o servicios de saneamiento como los mensajeros submarinos.

C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas

Son aguas solo para el cultivo y extracción de especies hidrobiológicas apta para consumo humano.

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Según R.J N°056-2018-ANA, clasifica al río Higuera en la Categoría 3 para riego de vegetales y bebidas de animales.

D1: Riego de Vegetales

Es utilizado para el riego de los cultivos vegetales, dependiendo de los factores como el tipo de riego de los cultivos, el tipo de consumo ya sea cruda o cocida.

Agua para riego no restringido

Son destinadas que están para el riego de cultivos crudos, árboles o arbustos frutales, parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales; o cualquier otro tipo de cultivo.

Agua para riego restringido

El agua utilizada debe ser de calidad que permita el riego de cultivos alimentarios, árboles altos donde el agua de riego no entra en contacto con el fruto, cultivos procesados, envasados y/o industrializados, cultivos industriales no comestibles y cultivos forestales, forrajes, pastos o similares.

D2 Bebida de animales

Aguas utilizadas para que beban los animales como ganado vacuno equino o camélido, porcino, ovino, caprino, cuyes, aves y conejos.

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Masas de agua superficiales naturales que forman parte de ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas y/o zonas de amortiguamiento, que requiere ser protegidas.

E1: Lagunas y Lagos

Cuerpos de aguas naturales que no presentan corriente continua, también se encuentran los humedales.

E2: Ríos

Cuerpos agua de naturales, que van en una misma dirección.

Ríos de la costa y sierra

Son ríos que están por encima de los 600 msnm, abarca desde la vertiente hidrográfica del Pacífico y del Titicaca, y en la parte alta de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes.

Ríos de la selva

Son ríos que están por debajo de los 600 msnm, abarca la parte baja de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, incluyendo las zonas meándricas.

E3: Ecosistemas costeros y marinos

Estuarios

Zonas donde el agua de mar se inmiscuye en valles o cauces de ríos hasta la marea alta. Esta clasificación incluye marismas y manglares.

Marinos

Son mares cubiertos van desde la marea baja paralela al límite marítimo nacional.

Indica que el agua de mar para purificación, el agua subterránea, el agua de origen minero medicinal, el agua geotérmica, el agua atmosférica y las aguas residuales tratadas para su eliminación no se incluyen en las categorías especificadas.

2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES

Aluminio

Elemento químico de gran abundancia que constituye aproximadamente el 8% de la tierra. Ocurre naturalmente en el medio ambiente como silicatos, óxidos e hidróxidos, combinados con otros elementos, como el sodio y el fluoruro, y como complejos con materia orgánica (OMS, 2003)

Aguas Superficial

Agua de lluvia, manto subterráneo, nieve derretida o nieve que contiene o fluye a través de ríos, lagos, embalses, estanques, arroyos, océanos, nieve, hielo, mares, estuarios y humedales(R.J. N°319-2015-ANA, 2015).

Contaminación de aguas

La acumulación de sustancias peligrosas y el vertido de fluidos en las redes de agua (río, mar, cuenca, etc.) alteran la calidad del agua. (MINAM, 2016).

Decantadores

Tanques que tiene en forma de piscina que tiene como objetivo capturar flóculos para clarificar el agua con mayor eficiencia. BOSS TECH, 2018)

Estándares de Calidad de Agua

Es el grado de concentración mínima y máxima aceptables de calidad en el agua por sustancias físicas, químicas y biológicas que se están presentes en las fuentes de agua, como resultado de actividades de empresas. (OEFA, 2015).

Estaciones de Tratamiento de Agua Potable

Son infraestructuras donde recolectan las fuentes de agua procedente desde distintas captaciones para posteriormente ser tratada y distribuida para su consumo. (EMASA, 2019).

Filtros rápidos

Infraestructura de una planta de tratamiento en donde las partículas más finas que podría haber sobrepasado por el proceso de decantación, aquí es penúltimo el proceso para asegurar el abastecimiento del agua hasta la vivienda. (BOSS TECH, 2018).

Fuente de contaminación

Área que emite contaminantes con residuos peligrosos al ambiente generando contaminación. (MINAM, 2013)

Lodos Residuales

Son aquellos residuos sólidos que provienen de los procesos de tratamiento de aguas y están compuestos por materia orgánica residual descompuesta y microorganismos.

Monitoreo de la calidad del agua

Es un proceso que permite una medición constante de la calidad del agua, donde se monitorea la exposición de contaminantes y controla las fuentes de contaminación en el agua. (OEFA, 2015).

Muestreo de agua

Determinar las características y condiciones del agua, es una herramienta de seguimiento y su función es extraer una parte de la masa de agua para ser analizada. (OEFA, 2015)

Planta de Tratamiento

Una planta de tratamiento de agua potable (PTAP), es una infraestructura donde se trata el agua para que sea apta para el consumo humano. Abarca un conjunto único de actividades físicas, químicas o

biológicas destinadas a eliminar o reducir la contaminación o las propiedades indeseables del agua. (ORELLANA, 2006).

Recurso Hídrico

Es un recurso natural renovable que fluye hacia áreas naturales de agua continental y marino, y sus recursos asociados. (OEFA, 2015)

Río

Cuerpos naturales de agua que se dirigen en una misma dirección. (D.S. N°004-2017).

Sulfato de Aluminio

Conocido como alumbre, es una sal oxisal la misma que en tratamiento de agua se utilizado como insumo químico estándar comúnmente usado en el tratamiento de aguas. (CASTILLON, 2012)

Vertimientos

Son descargas de aguas residuales a fuentes naturales de agua. (OEFA, 2015).

2.4 HIPOTESIS

2.4.1 Hipótesis general

Ha: La concentración de aluminio residual procedente de los lodos de decantador y lavados de filtro en el río Higuera supera las concentraciones establecidas por el Estándar de Calidad Ambiental para agua.

Ho La concentración de aluminio residual procedente de los lodos de decantador y lavados de filtro en el río Higuera no supera las concentraciones establecidas por el Estándar de Calidad Ambiental para agua.

2.4.2 Hipótesis específico

Ha1. La concentración de aluminio con lodos residuales vertidos en el río Higuera procedente de la limpieza del decantador es de mayor cantidad a lo permitido por los Estándares de Calidad Ambiental Para el Agua.

Ho1. La concentración de aluminio con lodos residuales vertidos en el río Higuera procedente de la limpieza del decantador es de menor

cantidad a lo permitido por los Estándares de Calidad Ambiental Para el Agua.

Ha2. El nivel de concentración de aluminio con lodos residuales vertidos en el río Higuera proveniente del lavado de filtros es de mayor cantidad a lo permitido por los Estándares de Calidad Ambiental Para el Agua.

Ho2. La concentración de aluminio con lodos residuales vertido en el río Higuera proveniente del lavado de filtros es de menor cantidad a lo permitido por los Estándares de Calidad Ambiental Para el Agua.

2.5 VARIABLES

2.5.1 Variable dependiente

Aluminio Residual.

2.5.2 Variable Independiente

Contaminación del río Higuera.

2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES)

Tabla 4

Matriz de operacionalización de variables

Título del Proyecto de Investigación: “Evaluación del Aluminio Residual en lodos del decantador y filtros que vierte al río Higuerras la Planta de Tratamiento de Agua Potable Cabritopampa de la EPS SEDA Huánuco - 2019”

Tesista: Kiuchi Suárez, Rosbeli Akemi

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTOS
INDEPENDIENTE	Aluminio Residual	El sulfato de aluminio es una sal sólida y de color blanco, es usada en la purificación de agua potable. El sulfato de aluminio es un floculante, es un producto que atrae los coloides sólidos y que al aglutinarse forman partículas sólidas en el agua y que al tener estas partículas mayor peso específico que el agua éstas se precipitan (caen) al fondo.	Características de los parámetros fisicoquímicos de los lodos residuales	Aluminio (Al) ⁺³	mg Al/ L -1	Fichas Laboratorio
				PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y ORGÁNICOS EN LAS MUESTRAS		
DEPENDIENTE	Contaminación del río Higuerras	La contaminación de los ríos es una alteración provocada por el hombre, alterando su composición, como consecuencia de las actividades humanas haciendo que quede menos apta para su uso. Contaminación de ríos es la acción y/o efecto de inducir algún material en condiciones sobre el agua de modo directo e indirecto, alterando perjudicialmente la calidad de la fuente de agua.	Características de los parámetros fisicoquímicos en aguas del río Higuerras.	Conductividad pH Temperatura Turbiedad Aluminio (Al) ⁺³ Hierro (Fe) ⁺³ Sulfatos (SO ₄) ⁻² Cloruros Manganeso Nitrato Alcalinidad Dureza	µS/cm Valor de pH °C NTU mg Al/ L -1 mg Fe/ L ⁻¹ mg So ₄ ⁻ L ⁻¹ mg Cl ⁻ / L ⁻¹ mg Mn L ⁻¹ mg CaCO ₃ L ⁻	Fichas Laboratorio

Nota. Kiuchi (2019)

CAPÍTULO III

3. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Enfoque

En el presente estudio se aplicó un enfoque mixto, se utilizaron ambos tipos de indagación, combinándolas en el presente proyecto. Es de enfoque cualitativo ya que se determinó los parámetros fisicoquímicos presentes en las descargas de vertimiento de lodos procedente del lavado de los decantadores y filtros, también es de enfoque cuantitativo en el que se analizó y obtuvo valores numéricos. (Hernández, 2014).

3.1.2 Alcance o nivel

El estudio pertenece al nivel explicativo y experimental, comparó la concentración del aluminio residual, y los parámetros fisicoquímicos en el río Higuera, procedente de los lodos del decantador y el lavado de los filtros rápidos de la Planta de Tratamiento Cabritopampa de la EPS SEDA Huánuco S.A. Es por ello, que esta investigación requiere de una recolección estadística de los datos de las variables analizadas (Hernández, 2014).

3.1.3 Diseño de la investigación

Se empleó un diseño experimental, ya que se analizó la evolución de los grupos antes (pre-pruebas) y después (post-pruebas) del tratamiento experimental (Hernández, 2014). En este caso lo que se realizó el muestreo 100 metros aguas arriba del punto de muestreo, en el punto de vertimiento y 100 metros aguas abajo del punto de vertimiento de la descarga de lodos residuales con aluminio, se utilizó el siguiente diagrama para los trabajos descriptivos correlacionales:

$$GE_1 = O_1-----X-----O_2$$

$$GE_2 = O_1-----X-----O_2$$

Dónde:

GE₁ : Grupo experimental

GE₂ : Grupo experimental

O₁ : Muestreo 100 metros antes del punto de vertimiento.

X : Punto de vertimiento (descarga con lodos residuales)

O₂ : Muestreo 100 metros después del punto de vertimiento

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 Población

Se consideró como población la cantidad generada de lodos en el proceso de tratamiento de agua, en la planta de tratamiento de Cabritopampa que son vertidos al río Higuera, durante la limpieza del decantador y lavado de filtros, lo cual se encuentra representada en las siguientes coordenadas UTM:

Tabla 5

Perímetro del área de estudio

Puntos	Coordenadas UTM		Altitud
	Norte	Este	
Punto 01	890137	361794	1969 m.s.n.m
Punto 02	8901386	361773	1970 m.s.n.m
Punto 03	8901310	361714	1957 m.s.n.m
Punto 04	8901217	361617	1926 m.s.n.m
Punto 05	8901207	361676	1928 m.s.n.m
Punto 06	8901189	361737	1952 m.s.n.m
Punto 07	8901289	361744	1930 m.s.n.m

Nota. Ubicación de la zona de estudio, datos procesados de Google Earth.

3.2.2 Muestra

Para las mediciones respectivas de las variables en esta investigación, se realizó toma de 03 muestras en el punto de vertimiento, a 100 metros aguas arriba del punto de vertimiento y 100 metros aguas abajo del punto de vertimiento.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1 Para la recolección de datos.

La observación

Se observó el fenómeno se da en el río Higuera cuando se realiza las descargas de los lodos con aluminio residual procedente del lavado de los decantadores y filtros, para analizarlos. (Hernández, 2014).

Muestro del agua del lavado del decantador y filtros rápidos

- Selección de punto de muestreo:
- Muestra de los filtros cada 30 días, teniendo en cuenta que los dos filtros se lavan cada 48 horas

Muestra de los decantadores se realizará uno por cada mes.

- Muestreo a 100 metros antes del punto de vertimiento
- La toma de muestra de este punto es para analizar la calidad del agua antes de ser mezclada con la descarga del punto de vertimiento con los lodos residuales con aluminio.

Muestreo a 100 metros después del punto de vertimiento.

La toma de muestra de este punto es para determinar la concentración del aluminio residual y demás parámetros procedentes de las descargas del lavado de los decantadores y filtros rápidos.

Muestreo del punto de vertimiento de lavado de decantadores y filtros

La toma de muestra de este punto es determina el nivel de concentración con aluminio en el agua mezclada con la descarga del punto de vertimiento con los lodos residuales.

Procedimiento de toma de muestra

Este proceso de lavado de cada decantador tiene una duración de 03 horas y 30 minutos y el lavado de los filtros dura 30 minutos aproximadamente.

Durante este procedimiento se pudo contar con el apoyo logístico del encargado del área de producción y técnicos operativos de la Planta de Tratamiento de Cabritopampa, la toma de muestras se empezó en los filtros rápidos esperando 10 minutos a que se elimine el agua de los filtros, acto seguido en un balde de 20L se

toma la muestra homogenizando el contenido del balde y se midió los parámetros in situ, luego se llevó las muestras al laboratorio en frascos de plástico.

Los parámetros que se analizaron serán:

In situ

Turbidez, pH, conductividad y temperatura.

Laboratorio

Turbiedad, hierro, sulfato, alcalinidad y aluminio.

Equipos

Conductímetro, turbidímetro, potenciómetro de la marca ORION.

Colorímetro portátil DR900 marca HACH

Espectrofotómetro

Instrumento

Fichaje

Permite organizar, recolectar y acumular datos que se obtuvo en el trabajo de campo.

Es por ello, que se registró los datos que generaron los análisis de las muestras del lavado de los decantadores y filtros.

Pruebas de laboratorio

Los datos se generaron por los análisis que se realizaron a las muestras del lavado de los decantadores y filtros. Para esta investigación se realizó con el manual de procedimientos de análisis de laboratorio de la Empresa SEDA Huánuco S.A

3.3.2 Para la presentación de datos (cuadros y/o gráficos)

Se obtuvo los resultados de los análisis del aluminio y de parámetros fisicoquímicos de las muestras procedentes del lavado de los decantadores y filtros rápidos, estas fueron procesadas y presentadas en la base de datos mediante gráficos de barra que expresan visualmente los valores obtenidos de esta investigación.

3.3.3 Para el análisis o interpretación de los datos

Se utilizó el análisis comparativo textual y análisis comparativo de datos cuantitativo, así como la prueba T Student para la comprobación de hipótesis H_i y H_0 .

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

Durante el proceso del estudio se realizó visitas técnicas a la Planta de Tratamiento de Cabritopampa de la EPS SEDA HUÁNUCO, para la toma de muestras procedente del lavado de filtros y de la limpieza del decantador, así mismo se realizó la medición del último mencionado para hallar el volumen total de lodo, las muestras fueron analizadas en el laboratorio de la EPS SEDA HUÁNUCO S.A.

Durante de esta investigación no se llegó a realizar los análisis con Kits por no contar con esos reactivos pues estaban en proceso de realizar el pedido.

A continuación, se muestran los resultados del monitoreo del aluminio residual en el río Higueras y de los análisis en el laboratorio.

4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1 Presentación de resultados y análisis de datos

Toma de muestras

Se tomó como punto de referencia la planta de tratamiento de agua potable Cabritopampa de la EPS SEDA HUÁNUCO S.A, para la toma de muestras en aguas del río Higueras. La toma de muestras se realizó a 100 metros aguas arriba, punto de vertimiento y a 100 metros aguas abajo, estas se realizaron en el momento que se lavaban los decantadores y los filtros rápidos.

4.1.1.1 Muestreos 01, 02 y 03 a 100 m. aguas arriba antes del punto de vertimiento de la Planta de tratamiento de Cabritopampa de la EPS Seda Huánuco durante la limpieza del decantador.

Tabla 06

Muestreo N°01 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de julio a 100 m aguas arriba del punto de descarga de la planta de tratamiento Cabritopampa, durante la limpieza del decantador.

Parámetros	Elementos		
	Volumen permitido según D.S 004-2017 MINAM		
	Volumen encontrado	Agua para riego no restringido y riego restringido	Bebida de animales
Turbiedad	66.9 NTU	1-500	1-500
Hierro	0.357 mg Fe/L	5 mg Fe/L	0.3 mg Fe/L
Sulfato	17.36 mg $\text{So}_4\text{-L}^{-1}$	1000 mg/L	1000 mg/L
Alcalinidad	105 mg $\text{CaCo}_3\text{L}^{-1}$	500 mg $\text{CaCo}_3\text{L}^{-1}$	500 mg $\text{CaCo}_3\text{L}^{-1}$
Aluminio	0.01 mg Al / L-1	5mg/L	5mg/L

Nota. Elaboración propia con base de datos de resultado de análisis (2019).

Tabla 07

Muestreo N°02 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de agosto a 100 m aguas arriba del punto de descarga de la Planta de tratamiento Cabritopampa durante la limpieza del decantador.

Parámetros	Elementos		
	Volumen permitido según D.S 004-2017 MINAM		
	Volumen encontrado	Agua para riego no restringido y riego restringido	Bebida de animales
Turbiedad	68.9 NTU	1-500	1-500
Hierro	0.36 mg Fe/L	5 mg Fe/L	0.3 mg Fe/L
Sulfato	11.36 mg $\text{So}_4\text{-L}^{-1}$	1000 mg/L	1000 mg/L
Alcalinidad	101.3 mg $\text{CaCo}_3\text{L}^{-1}$	500 mg $\text{CaCo}_3\text{L}^{-1}$	500 mg $\text{CaCo}_3\text{L}^{-1}$
Aluminio	0.03 mg Al / L-1	5mg/L	5mg/L

Nota. Elaboración propia con base de datos de resultado de análisis (2019).

Tabla 08

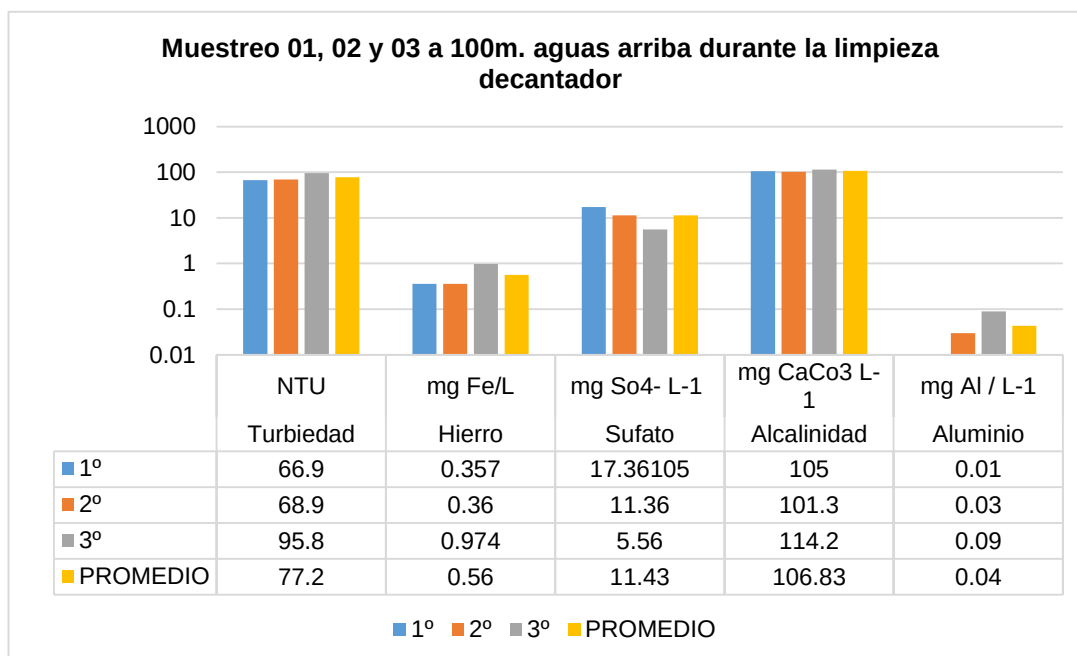
Muestreo N°03 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de setiembre a 100 m aguas arriba del punto de descarga de la Planta de tratamiento Cabritopampa, durante la limpieza del decantador.

Parámetros	Elementos		
	Volumen permitido según D.S 004-2017 MINAM		
	Volumen encontrado	Agua para riego no restringido y riego restringido	Bebida de animales
Turbiedad	95.8 NTU	1-500	1-500
Hierro	0.974 mg Fe/L	5 mg Fe/L	0.3 mg Fe/L
Sulfato	5.56 mg So4- L ⁻¹	1000 mg/L	1000 mg/L
Alcalinidad	114.2 mg CaCo3 L ⁻¹	500 mg CaCo3 L ⁻¹	500 mg CaCo3 L ⁻¹
Aluminio	0.09 mg Al / L ⁻¹	5mg/L	5mg/L

Nota. Elaboración propia con base de datos de resultado de análisis (2019).

Figura 03

Resultados y promedio de los muestreos 01, 02 y 03 de la concentración de elementos físicos, químicos e inorgánicos, durante los meses de julio, agosto y setiembre; a 100 m aguas arriba del punto de descarga de la Planta de tratamiento Cabritopampa durante la limpieza del decantador.



Nota. La figura muestra las cifras y promedio de turbiedad, hierro, sulfato, alcalinidad y aluminio de las 03 mediciones a 100 m aguas arriba durante la limpieza del decantador (2019).

Análisis e interpretación de la figura 3 de las tablas 06, 07 y 08

El análisis muestral en el río Higuera, en el punto 100 m. aguas arriba del punto de vertimiento de la EPS Seda Huánuco S.A no altera en gran medida su composición físico químico, así tenemos: en el parámetro de turbidez de 77.2 NTU, de hierro tenemos un promedio de 0.56 mg Fe/L, de sulfato 11.43 mg $\text{SO}_4 \cdot \text{L}^{-1}$, de alcalinidad 106.83 mg $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ y de aluminio **0.04 mg Al / L^{-1}** . Los promedios están dentro de los volúmenes permitidos tanto para riego y bebida de animales; en cuanto a su utilidad para consumo humano tiene cantidades relativas que difieren de los parámetros permitidos.

4.1.1.2 Muestreos 01, 02 y 03 a 100 m. aguas arriba antes del punto de vertimiento de la Planta de tratamiento de Cabritopampa de la EPS SEDA Huánuco durante el lavado de filtros rápidos.

Tabla 09

Muestreo N°01 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de julio a 100 m aguas arriba del punto de descarga de la Planta de tratamiento Cabritopampa, durante el lavado de filtros rápidos.

Parámetros	Elementos		
	Volumen permitido según D.S 004-2017 MINAM		
	Volumen encontrado	Agua para riego no restringido y riego restringido	Bebida de animales
Turbiedad	54.9 NTU	1-500	1-500
Hierro	0.357 mg Fe/L	5 mg Fe/L	0.3 mg Fe/L
Sulfato	6.23 mg $\text{SO}_4 \cdot \text{L}^{-1}$	1000 mg/L	1000 mg/L
Alcalinidad	107 mg $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	500 mg $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	500 mg $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$
Aluminio	0.015 mg Al / L^{-1}	5mg/L	5mg/L

Nota. Elaboración propia con base de datos de resultado de análisis (2019)

Tabla 10

Muestreo N°02 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de agosto a 100 m aguas arriba del punto de descarga de la Planta de tratamiento Cabritopampa, durante el lavado de filtros rápidos.

Parámetros	Elementos		
	Volumen permitido según D.S 004-2017 MINAM		
	Volumen encontrado	Agua para riego no restringido y riego restringido	Bebida de animales
Turbiedad	99.8 NTU	1-500	1-500
Hierro	0.491 mg Fe/L	5 mg Fe/L	0.3 mg Fe/L
Sulfato	5.21 mg So ₄ - L-1	1000 mg/L	1000 mg/L
Alcalinidad	109.7 mg CaCo ₃ L-1	500 mg CaCo ₃ L ⁻¹	500 mg CaCo ₃ L ⁻¹
Aluminio	0.03 mg Al / L-1	5mg/L	5mg/L

Nota. Elaboración propia con base de datos de resultado de análisis (2019)

Tabla 11

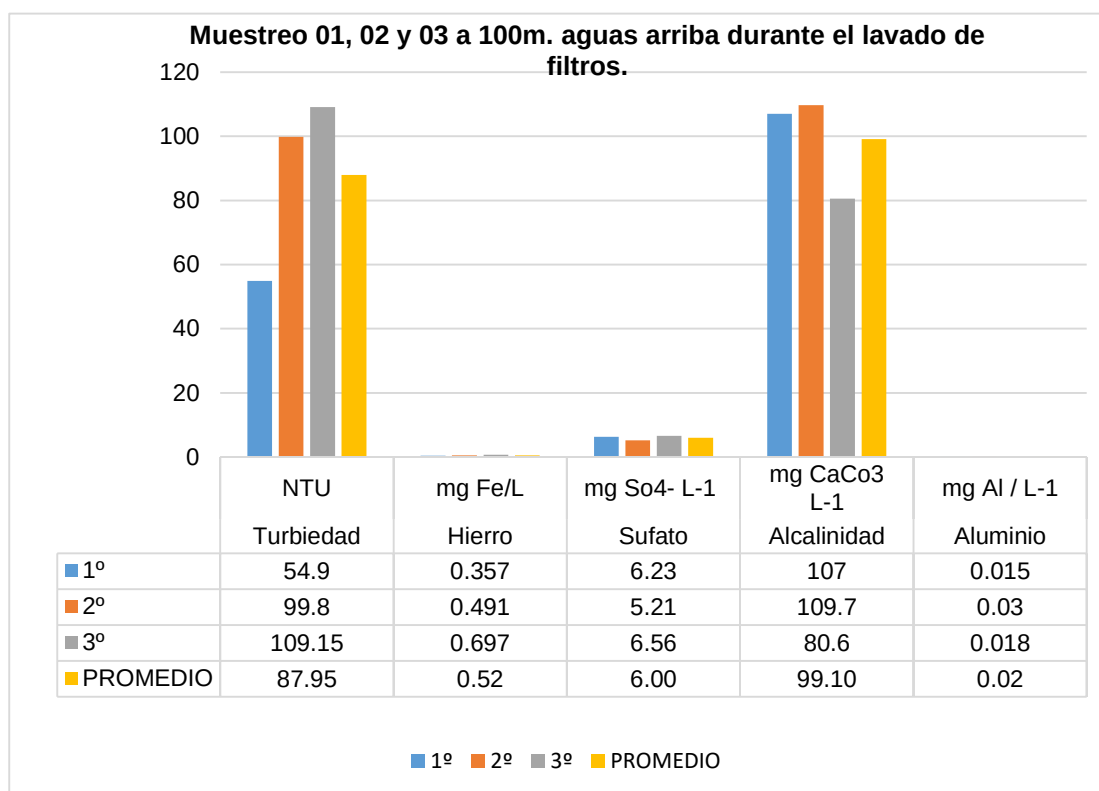
Muestreo N°03 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de setiembre a 100 m aguas arriba del punto de descarga de la Planta de tratamiento Cabritopampa, durante el lavado de filtros rápidos.

Parámetros	Elementos		
	Volumen permitido según D.S 004-2017 MINAM		
	Volumen encontrado	Agua para riego no restringido y riego restringido	Bebida de animales
Turbiedad	109.15 NTU	1-500	1-500
Hierro	0.697 mg Fe/L	5 mg Fe/L	0.3 mg Fe/L
Sulfato	6.56 mg So ₄ - L ⁻¹	1000 mg/L	1000 mg/L
Alcalinidad	80.60 mg CaCo ₃ L ⁻¹	500 mg CaCo ₃ L ⁻¹	500 mg CaCo ₃ L ⁻¹
Aluminio	0.018 mg Al / L-1	5mg/L	5mg/L

Nota. Elaboración propia con base de datos de resultado de análisis (2019)

Figura 4

Resultados y promedio de los muestreos 01, 02 y 03 de la concentración de elementos físicos, químicos e inorgánicos, durante los meses de julio, agosto y setiembre; a 100 m aguas arriba el punto de descarga de la Planta de tratamiento Cabritopampa durante el lavado de filtros.



Nota. La figura muestra las cifras y promedio de turbiedad, hierro, sulfato, alcalinidad y aluminio de las 03 mediciones a 100 m aguas arriba procedente del lavado de filtros (2019).

Análisis e interpretación de la figura 3 de las tablas 09, 10 y 11.

El análisis muestral en el río Higuera en el punto a 100 m. aguas arriba del punto de vertimiento de la EPS Seda Huánuco S.A durante el lavado de filtros, se encontró parámetros y volúmenes que denota la calidad de las aguas del río Higuera: en cuanto a la turbidez de 87.95 NTU, de hierro tenemos un promedio de 0.52 mg Fe/L, de sulfato 6.00 mg So4- L-1, de alcalinidad 99.10 mg CaCo3 L-1 y de aluminio 0.02 mg Al / L-1. Las variaciones de los componentes se pueden explicar en la medida de las precipitaciones fluviales y del riego de los cultivos en ambas orillas aguas arriba, sin embargo, no son cantidades excesivas.

4.1.1.3 Muestréos 01, 02 y 03 en el punto de vertimiento de la Planta de tratamiento de Cabritopampa de la EPS SEDA Huánuco durante la limpieza del decantador.

Tabla 12

Muestreo N°01 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de julio en el punto de vertimiento de la Planta de tratamiento Cabritopampa, durante la limpieza del decantador.

Parámetros	Elementos			
	Volumen permitido según D.S 004-2017 MINAM			
	Volumen encontrado	Agua para riego no restringido y riego restringido	Bebida de animales	
Turbiedad	749 NTU	1-500	1-500	
Hierro	15 mg Fe/L	5 mg Fe/L	0.3 mg Fe/L	
Sulfato	82.1 mg So ₄ - L ⁻¹	1000 mg/L	1000 mg/L	
Alcalinidad	79 mg CaCo ₃ L ⁻¹	500 mg CaCo ₃ L ⁻¹	500 mg CaCo ₃ L ⁻¹	
Aluminio	28.3 mg Al / L-1	5mg/L	5mg/L	

Nota. Elaboración propia con base de datos de resultado de análisis (2019)

Tabla 13

Muestreo N°02 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de agosto en el punto de vertimiento de la Planta de tratamiento Cabritopampa, durante la limpieza del decantador.

Parámetros	Elementos			
	Volumen permitido según D.S 004-2017 MINAM			
	Volumen encontrado	Agua para riego no restringido y riego restringido	Bebida de animales	
Turbiedad	496 NTU	1-500	1-500	
Hierro	15 mg Fe/L	5 mg Fe/L	0.3 mg Fe/L	
Sulfato	93.60 mg So ₄ - L ⁻¹	1000 mg/L	1000 mg/L	
Alcalinidad	89.80 mg CaCo ₃ L ⁻¹	500 mg CaCo ₃ L ⁻¹	500 mg CaCo ₃ L ⁻¹	
Aluminio	25.6 mg Al / L-1	5mg/L	5mg/L	

Nota. Elaboración propia con base de datos de resultado de análisis (2019)

Tabla 14

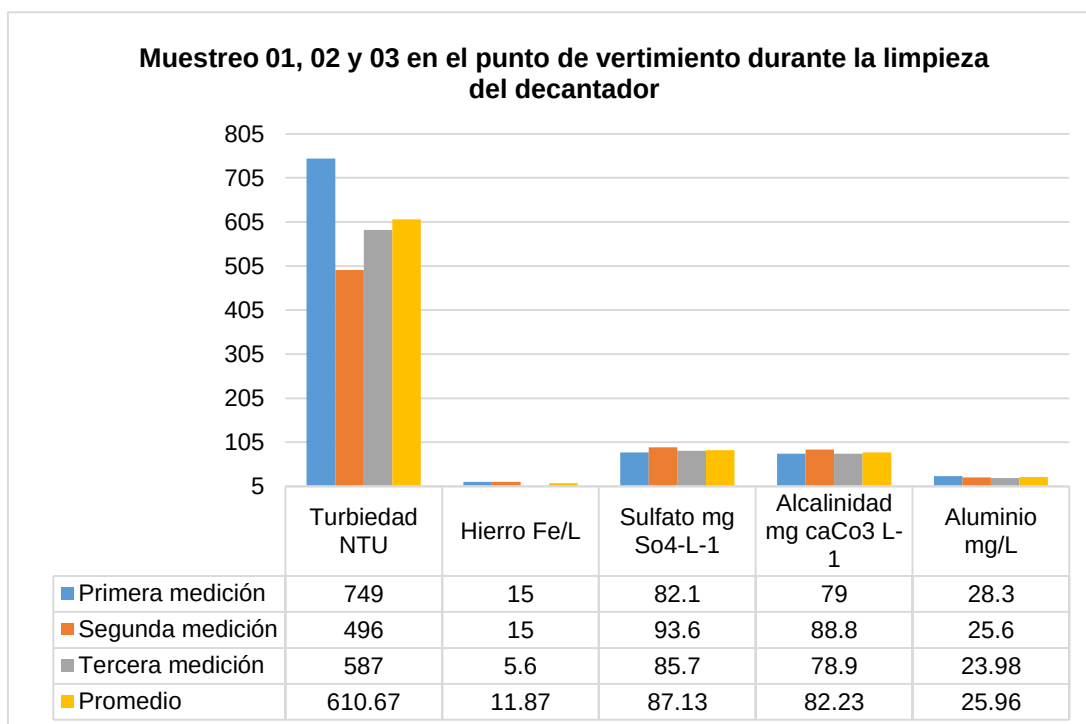
Muestreo N°03 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de setiembre en el punto de vertimiento de la Planta de tratamiento Cabritopampa, durante la limpieza del decantador.

Parámetros	Elementos		
	Volumen permitido según D.S 004-2017 MINAM		
	Volumen encontrado	Agua para riego no restringido y riego restringido	Bebida de animales
Turbiedad	587 NTU	1-500	1-500
Hierro	5.60 mg Fe/L	5 mg Fe/L	0.3 mg Fe/L
Sulfato	85.70 mg $\text{So}_4\text{-L}^{-1}$	1000 mg/L	1000 mg/L
Alcalinidad	78.90 mg $\text{CaCo}_3\text{L}^{-1}$	500 mg $\text{CaCo}_3\text{L}^{-1}$	500 mg $\text{CaCo}_3\text{L}^{-1}$
Aluminio	29.98 mg Al / L-1	5mg/L	5mg/L

Nota. Elaboración propia con base de datos de resultado de análisis (2019)

Figura 5

Resultados y promedio de los muestreos 01, 02 y 03 de la concentración de elementos físicos, químicos e inorgánicos, durante los meses de julio, agosto y setiembre; en el punto de vertimiento de la Planta de tratamiento Cabritopampa durante la limpieza del decantador.



Nota. La figura muestra las cifras y promedio de turbiedad, hierro, sulfato, alcalinidad y aluminio de las 03 mediciones en el punto de vertimiento procedente del lavado de filtros (2019).

Análisis e interpretación de la figura 5 de la tabla 12, 13 y 14.

Al realizar la limpieza de los lodos de los decantadores, estos son vertidos directamente a las aguas del río Higuera, es así que medimos el punto exacto en donde se vierte los lodos antes de ingresar a aguas del río Higuera obteniendo las siguientes medidas en promedio en cuanto al volumen encontrado de los siguientes elementos: En turbiedad de 610.67 NTU, en hierro tenemos un promedio de 11.87 mg Fe/L, de sulfato 87.13 mg $\text{SO}_4 \cdot \text{L}^{-1}$, de alcalinidad 82.63 mg $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ y de **aluminio 25.96 mg Al / L**¹. La concentración de los elementos físico químicos encontrados en el punto de vertimiento de la Planta de Tratamiento Cabritopampa de la EPS Seda Huánuco, tiene una alta concentración que son perjudiciales para los que usan las aguas del río Higuera, sobrepasando los límites establecidos.

4.1.1.3 Muestreos 01, 02 y 03 en el punto de vertimiento de la Planta de tratamiento de Cabritopampa de la EPS SEDA Huánuco durante el lavado de filtros.

Tabla 15

Muestreo N°01 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de julio en el punto de vertimiento de la Planta de tratamiento Cabritopampa, durante el lavado de filtros rápidos.

Parámetros	Elementos		
	Volumen permitido según D.S 004-2017 MINAM		
	Volumen encontrado	Agua para riego no restringido y riego restringido	Bebida de animales
Turbiedad	735 NTU	1-500	1-500
Hierro	8.75 mg Fe/L	5 mg Fe/L	0.3 mg Fe/L
Sulfato	9.87 mg $\text{SO}_4 \cdot \text{L}^{-1}$	1000 mg/L	1000 mg/L
Alcalinidad	90.6 mg $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	500 mg $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	500 mg $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$
Aluminio	9.16 mg Al / L-1	5mg/L	5mg/L

Nota. Elaboración propia con base de datos de resultado de análisis (2019)

Tabla 16

Muestreo N°02 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de agosto en el punto de vertimiento de la Planta de tratamiento Cabritopampa, durante el lavado de filtros rápidos.

Parámetros	Elementos		
	Volumen permitido según D.S 004-2017 MINAM		
	Volumen encontrado	Agua para riego no restringido y riego restringido	Bebida de animales
Turbiedad	513 NTU	1-500	1-500
Hierro	6.13 mg Fe/L	5 mg Fe/L	0.3 mg Fe/L
Sulfato	5.09 mg So4- L ⁻¹	1000 mg/L	1000 mg/L
Alcalinidad	96.3 mg CaCo3 L ⁻¹	500 mg CaCo3 L ⁻¹	500 mg CaCo3L ⁻¹
Aluminio	9.78 mg Al / L-1	5mg/L	5mg/L

Nota. Elaboración propia con base de datos de resultado de análisis (2019)

Tabla 17

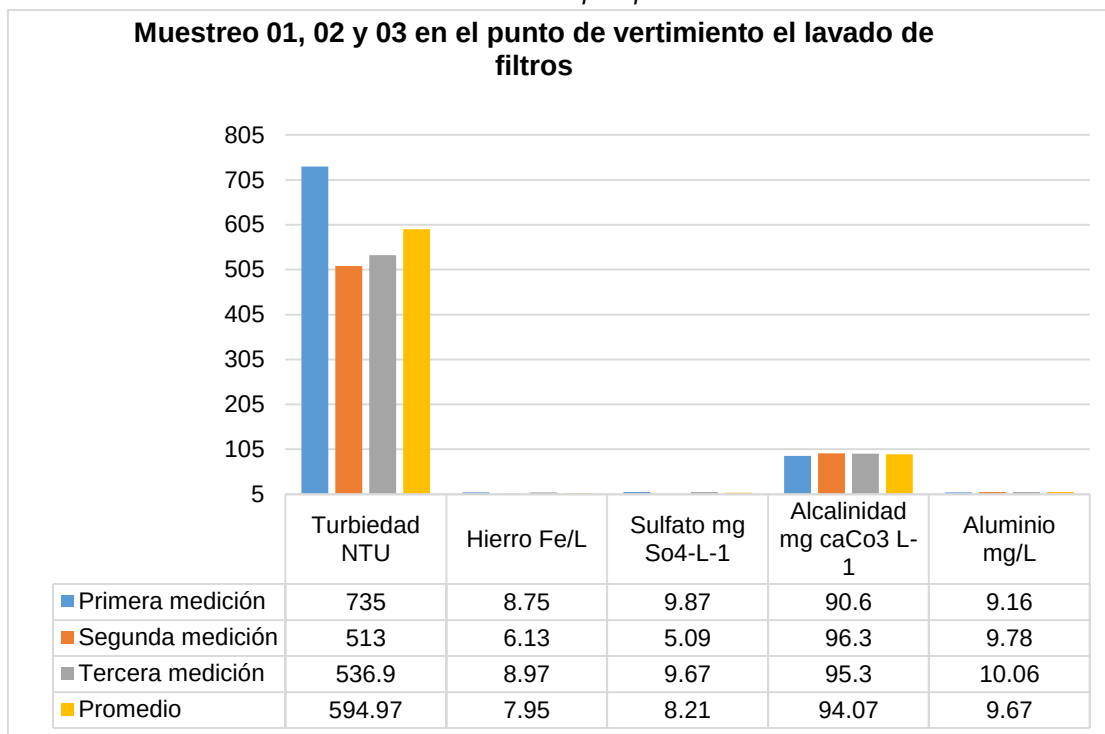
Muestreo N°03 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de setiembre en el punto de vertimiento de la Planta de tratamiento Cabritopampa, durante el lavado de filtros rápidos.

Parámetros	Elementos		
	Volumen permitido según D.S 004-2017 MINAM		
	Volumen encontrado	Agua para riego no restringido y riego restringido	Bebida de animales
Turbiedad	536.9 NTU	1-500	1-500
Hierro	8.97 mg Fe/L	5 mg Fe/L	0.3 mg Fe/L
Sulfato	9.67 mg So4- L ⁻¹	1000 mg/L	1000 mg/L
Alcalinidad	95.30 mg CaCo3 L ⁻¹	500 mg CaCo3 L ⁻¹	500 mg CaCo3L ⁻¹
Aluminio	10.06 mg Al / L-1	5mg/L	5mg/L

Nota. Elaboración propia con base de datos de resultado de análisis (2019)

Figura 6

Resultados y promedio de los muestreos 01, 02 y 03 de la concentración de elementos físicos, químicos e inorgánicos, durante los meses de julio, agosto y setiembre; en el punto de vertimiento de la Planta de tratamiento Cabritopampa durante el lavado de filtros.



Nota. La figura muestra las cifras y promedio de turbiedad, hierro, sulfato, alcalinidad y aluminio de las 03 mediciones en el punto de vertimiento procedente del lavado de filtros (2019).

Análisis e interpretación de la figura 5 de la tablas 15, 16 y 17

Al realizar el lavado de filtros, estos son vertidos directamente a las aguas del río Higuera, es así que medimos el punto exacto en donde se vierten antes de ingresar a aguas del río Higuera obteniendo las siguientes medidas en promedio en cuanto al volumen encontrado de los siguientes elementos: En turbiedad de 594.97 NTU, en hierro tenemos un promedio de 7.95 mg Fe/L, de sulfato 8.21 mg $\text{So}_4\text{-L}^{-1}$, de alcalinidad 94.07 mg $\text{CaCo}_3\text{ L}^{-1}$ y de **aluminio 9.67 mgAl/L⁻¹**. La concentración de los elementos físico químicos encontrados en el punto de vertimiento de la Planta de Tratamiento Cabritopampa de la EPS Seda Huánuco, tiene una alta concentración que son perjudiciales para los que usan las aguas del río Higuera, sobrepasando los límites establecidos.

4.1.1.4 Muestras 01, 02 y 03 a 100 m aguas abajo del punto de vertimiento de la Planta de tratamiento de Cabritopampa de la EPS SEDA Huánuco durante la limpieza del decantador.

Tabla 18

Muestreo N°01 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de julio 100 m abajo del punto de descarga de la Planta de tratamiento Cabritopampa, durante el lavado de filtros rápidos.

Parámetros	Elementos			
	Volumen permitido según D.S 004-2017 MINAM			
	Volumen encontrado	Agua para riego no restringido y riego restringido	Bebida de animales	
Turbiedad	450 NTU	1-500	1-500	
Hierro	4.5 mg Fe/L	5 mg Fe/L	0.3 mg Fe/L	
Sulfato	59.36 mg $\text{SO}_4^{2-} \text{ L}^{-1}$	1000 mg/L	1000 mg/L	
Alcalinidad	105 mg $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	500 mg $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	500 mg $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	
Aluminio	11.7 mg Al / L^{-1}	5mg/L	5mg/L	

Nota. Elaboración propia con base de datos de resultado de análisis (2019)

Tabla 19

Muestreo N°02 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de agosto 100 m aguas abajo del punto de descarga de la Planta de tratamiento Cabritopampa, durante el lavado de filtros rápidos.

Parámetros	Elementos			
	Volumen permitido según D.S 004-2017 MINAM			
	Volumen encontrado	Agua para riego no restringido y riego restringido	Bebida de animales	
Turbiedad	465.8 NTU	1-500	1-500	
Hierro	4.56 mg Fe/L	5 mg Fe/L	0.3 mg Fe/L	
Sulfato	82.36 mg $\text{SO}_4^{2-} \text{ L}^{-1}$	1000 mg/L	1000 mg/L	
Alcalinidad	112.3 mg $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	500 mg $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	500 mg $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	
Aluminio	10.9 mg Al / L^{-1}	5mg/L	5mg/L	

Nota. Elaboración propia con base de datos de resultado de análisis (2019)

Tabla 20

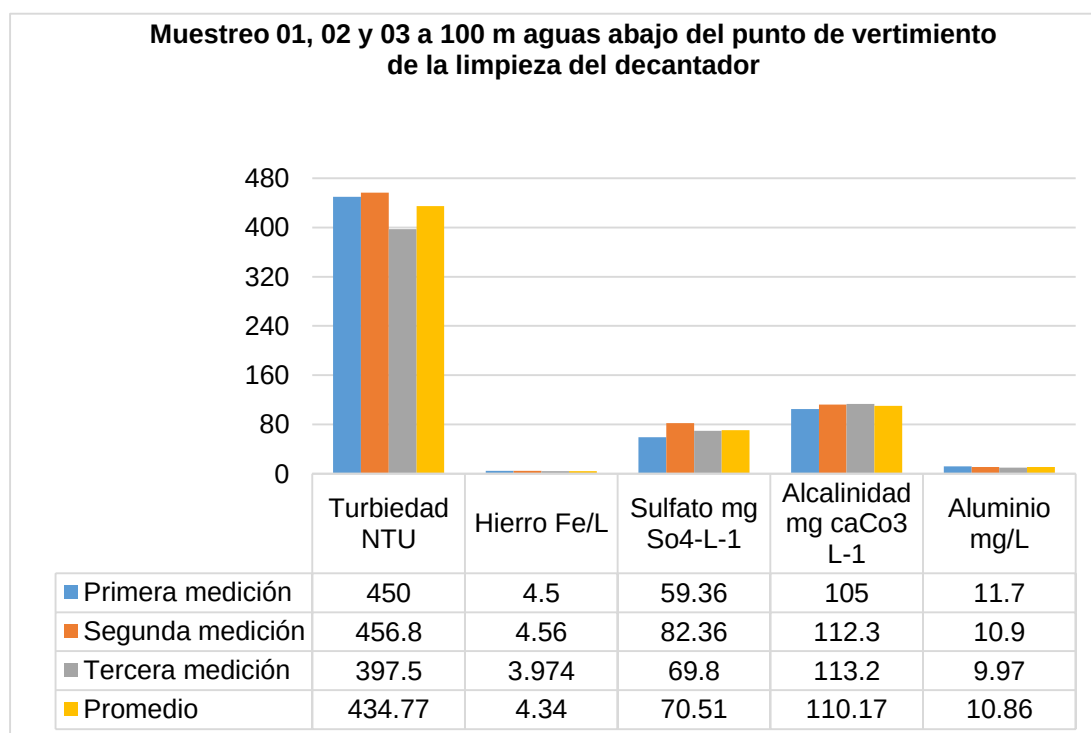
Muestreo N°03 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de setiembre 100 m abajo del punto de descarga de la Planta de tratamiento Cabritopampa, durante el lavado de filtros rápidos.

Parámetros	Elementos		
	Volumen permitido según D.S 004-2017 MINAM		
	Volumen encontrado	Agua para riego no restringido y riego restringido	Bebida de animales
Turbiedad	397.5 NTU	1-500	1-500
Hierro	3.974 mg Fe/L	5 mg Fe/L	0.3 mg Fe/L
Sulfato	69.8 mg $\text{So}_4^- \text{L}^{-1}$	1000 mg/L	1000 mg/L
Alcalinidad	113.2 mg $\text{CaCo}_3 \text{L}^{-1}$	500 mg $\text{CaCo}_3 \text{L}^{-1}$	500 mg $\text{CaCo}_3 \text{L}^{-1}$
Aluminio	9.97 mg Al / L^{-1}	5mg/L	5mg/L

Nota. Elaboración propia con base de datos de resultado de análisis (2019)

Figura 7

Resultados y promedio de los muestreos 01, 02 y 03 de la concentración de elementos físicos, químicos e inorgánicos, durante los meses de julio, agosto y setiembre; a 100 m aguas abajo del punto de descarga de la Planta de tratamiento Cabritopampa durante la limpieza del decantador.



Nota. La figura muestra las cifras y promedio de turbiedad, hierro, sulfato, alcalinidad y aluminio de las 03 mediciones a 100 m aguas abajo procedente de la limpieza del decantador (2019).

Analisis e interpretación de la figura 7 tablas 18, 19 y 20

Las aguas del río Higuera 100 metros aguas abajo durante la limpieza del decantador encontramos los volúmenes de los elementos físico químicos superan a los volúmenes aguas arriba y en el mismo estanque de la planta SEDA HUÁNUCO, encontramos los siguientes volúmenes: En turbiedad de 434.77 NTU, de hierro tenemos un promedio de 4.34 mg Fe/L, de sulfato 70.51 mg SO_4^{2-} L⁻¹, de alcalinidad 110.17 mg CaCO_3 L⁻¹ y de aluminio 10.86 mg Al / L⁻¹. Al igual que en los filtros cuando se verte los lodos provenientes de los decantadores la composición del agua supera los volúmenes que cuando ingresan a la planta de tratamiento de agua potable de SEDA HUÁNUCO en especial el aluminio que es materia de nuestra investigación supera la cantidad de aluminio permitido o aceptado por los estándares de calidad del agua (ECA), lo cual nos demuestra la alta carga de elementos físico químicos, en especial el aluminio que hace peligroso para la salud física de los habitantes de las orillas del río Higuera aguas abajo y de algunas personas que puedan utilizar para algunos fines.

4.1.1.5 Muestreos 01, 02 y 03 a 100 m aguas abajo del punto de vertimiento de la Planta de tratamiento de Cabritopampa de la EPS SEDA Huánuco durante el lavado de filtros

Tabla 21

Muestreo N°01 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de julio a 100 m abajo del punto de descarga de la Planta de tratamiento Cabritopampa, durante el lavado de filtros.

Parámetros	Elementos		
	Volumen permitido según D.S 004-2017 MINAM		
	Volumen encontrado	Agua para riego no restringido y riego restringido	Bebida de animales
Turbiedad	135 NTU	1-500	1-500
Hierro	5.75 mg Fe/L	5 mg Fe/L	0.3 mg Fe/L
Sulfato	46.31 mg SO_4^{2-} L ⁻¹	1000 mg/L	1000 mg/L
Alcalinidad	106.6 mg CaCO_3 L ⁻¹	500 mg CaCO_3 L ⁻¹	500 mg CaCO_3 L ⁻¹
Aluminio	8.25 mg Al / L ⁻¹	5mg/L	5mg/L

Nota. Elaboración propia con base de datos de resultado de análisis (2019)

Tabla 22

Muestreo N°02 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de agosto a 100 m abajo del punto de descarga de la Planta de tratamiento Cabritopampa, durante el lavado de filtros.

Parámetros	Elementos		
	Volumen permitido según D.S 004-2017 MINAM		
	Volumen encontrado	Agua para riego no restringido y riego restringido	Bebida de animales
Turbiedad	213 NTU	1-500	1-500
Hierro	4.08 mg Fe/L	5 mg Fe/L	0.3 mg Fe/L
Sulfato	55.09 mg $\text{SO}_4^- \text{L}^{-1}$	1000 mg/L	1000 mg/L
Alcalinidad	116.3 mg $\text{CaCO}_3 \text{L}^{-1}$	500 mg $\text{CaCO}_3 \text{L}^{-1}$	500 mg $\text{CaCO}_3 \text{L}^{-1}$
Aluminio	6.78 mg Al / L^{-1}	5mg/L	5mg/L

Nota. Elaboración propia con base de datos de resultado de análisis (2019)

Tabla 23

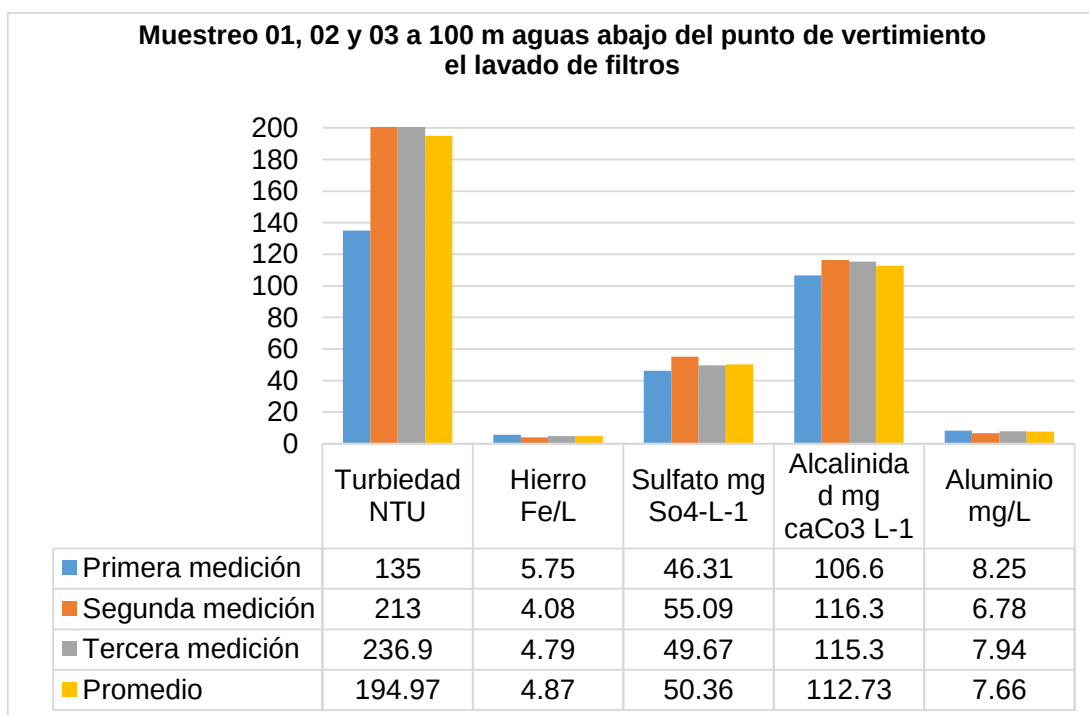
Muestreo N°03 concentración de elementos físico, químico e inorgánicos, durante el mes de setiembre a 100 m abajo del punto de descarga de la Planta de tratamiento Cabritopampa, durante el lavado de filtros.

Parámetros	Elementos		
	Volumen permitido según D.S 004-2017 MINAM		
	Volumen encontrado	Agua para riego no restringido y riego restringido	Bebida de animales
Turbiedad	236.9 NTU	1-500	1-500
Hierro	4.79 mg Fe/L	5 mg Fe/L	0.3 mg Fe/L
Sulfato	49.67 mg $\text{SO}_4^- \text{L}^{-1}$	1000 mg/L	1000 mg/L
Alcalinidad	115.30 mg $\text{CaCO}_3 \text{L}^{-1}$	500 mg $\text{CaCO}_3 \text{L}^{-1}$	500 mg $\text{CaCO}_3 \text{L}^{-1}$
Aluminio	7.94 mg Al / L^{-1}	5mg/L	5mg/L

Nota. Elaboración propia con base de datos de resultado de análisis (2019)

Figura 8

Resultados y promedio de los muestreos 01, 02 y 03 de la concentración de elementos físicos, químicos e inorgánicos, durante los meses de julio, agosto y setiembre; 100 m abajo del punto de descarga de la Planta de tratamiento Cabritopampa durante el lavado de filtros.



Nota. La figura muestra las cifras y promedio de turbiedad, hierro, sulfato, alcalinidad y aluminio de las 03 mediciones a 100 m aguas abajo procedente del lavado de filtros (2019).

Análisis e interpretación de la figura 8 de las tablas 21, 22 y 23

Luego de que vierten los lodos provenientes del lavado de los filtros a las aguas del río Higuera encontramos una fuerte alteración de los volúmenes de los elementos físico químicos en las aguas abajo del río Higuera, así tenemos: En turbiedad de 194.97 NTU, de hierro tenemos un promedio de 4.87 mg Fe/L, de sulfato 50.36 mg $\text{So}_4\text{-L}^{-1}$, de alcalinidad 112.73 mg $\text{CaCo}_3\text{ L}^{-1}$ y de aluminio **7.66 mg Al / L⁻¹**. Como nos demuestra las tablas 21,22 y 23 los volúmenes de los elementos físicos químicos aumentan hasta un 35% en promedio, en especial el aluminio que excede los Estándares de Calidad de agua, lo cual nos demuestra que a 100 m. aguas abajo del río Higuera tiene una moderada concentración del aluminio.

4.1.1.6 Muestras 01, 02 y 03 de los lodos residuales proveniente de la limpieza del decantador y lavado de filtros de la Planta de tratamiento de Cabritopampa de la EPS SEDA Huánuco durante el lavado de filtros

Tabla 24

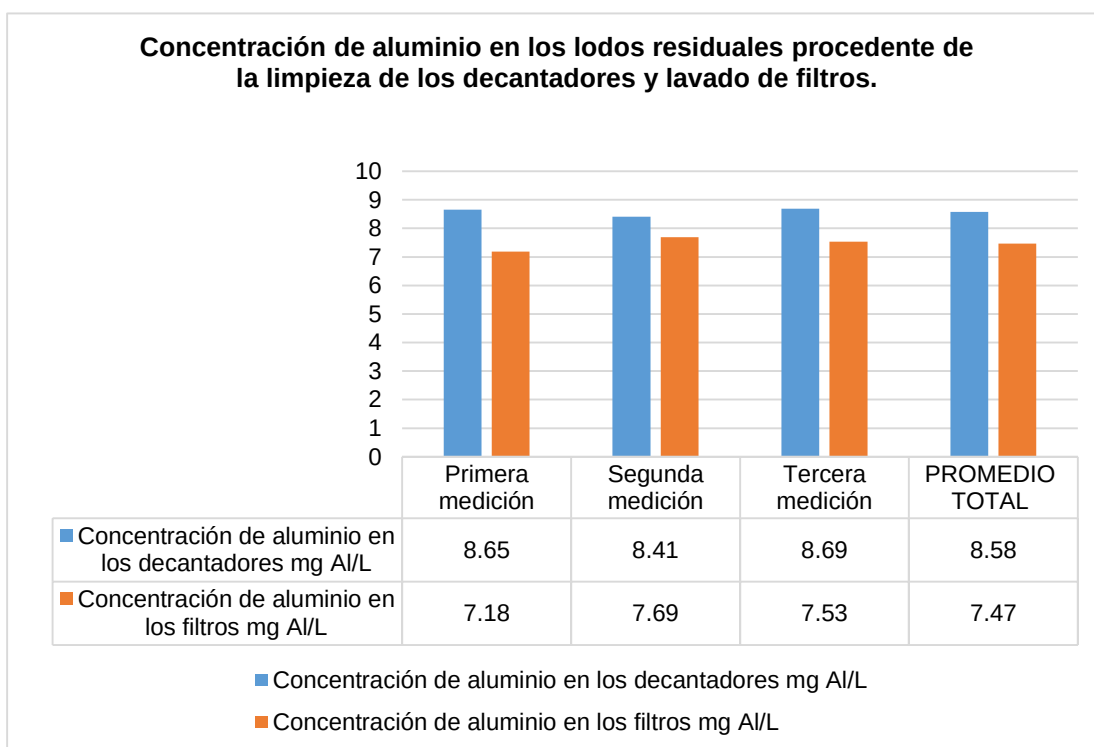
Cuadro comparativo de la concentración de aluminio en los lodos residuales antes de ser vertidos al río Higuera procedente de la limpieza de los decantadores y lavado de filtros.

Nº de mediciones	Concentración de aluminio en los lodos procedente de la limpieza de los decantadores	Concentración de aluminio en los lodos procedente del lavado de filtros
Primera medición	8.65 mg Al/L	7.18mgAl/L
Segunda medición	8.41mg Al/L	7.69 mgAl /L
Tercera medición	8.69mg Al/L	7.53 mgAl /L
PROMEDIO	8.58 mg Al/L	7.47 mg Al/L

Nota. Elaboración propia con base de datos de resultado de análisis (2019).

Figura 9

Concentración de aluminio en los lodos residuales



Nota. La figura muestra las cifras la concentración de aluminio de las 03 mediciones en aguas procedente del lavado de filtros y limpieza del decantador (2019).

Análisis e interpretación del Gráfico 3 de la tabla 14

La empresa SEDA HUANUCO, utiliza sulfato de aluminio, cloruro férrico y polímero catiónico para el proceso de potabilizar el agua en la planta de tratamiento Cabritopampa, los mismos que se hacen lavados con agua a presión para la limpieza de los filtros y decantadores, quienes a su vez reciben los lodos provenientes del proceso de filtración y decantación, al cual hicimos 3 análisis para comparar la concentración de aluminio(sustancia química más utilizada en el proceso de tratamiento de agua potable.), el que contienen los lodos residuales antes de ser vertidos a las aguas del río Higuera cuyos resultados son los siguientes:

En los decantadores tenemos un promedio de concentración de **8.58 mg Al/L** y **en el filtro** tenemos un promedio de concentración de **7.47 mg Al/L**, lo cual se puede observar la cantidad de concentración de aluminio que ingresa al río Higuera.

4.1.1.7 Volumen de lodos en el decantador y filtros

Tabla 25

Cantidad de lodos residuales diarios y mensuales procedente de los decantadores y filtros.

MUESTRA DE LODOS	DÍA	MENSUAL
FILTROS	0.63 m3	19.2m3
DECANTADOR	47.52m3	285.12 m3

Nota. Elaboración propia con base de datos de resultado de análisis (2019).

Interpretación de la tabla 25

La cantidad de volumen de los lodos residuales con aluminio procedente del proceso de potabilización del agua potable de los **filtros** diariamente es de **0.63 m3** y mensual **19.2 m3**, por otro lado los lodos que se aglomera diariamente en los **decantadores** es de **47.52m3** y mensual 285.12 m3 hacen tanto de filtro como de decantadores hacen un total de **304.32 m3**, dicha cantidad se vierte directamente a las aguas del río Higuera, resaltamos que no existe ningún proceso de separación o absorción de los productos químicos utilizados y que están en los lodos. Del total de metros cúbicos vertidos podemos colegir que el 23% es Aluminio servido, el mismo que nos

demuestra que existe un alto porcentaje de contaminación del río Higuera por aluminio.

4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

El proceso de contrastación de las hipótesis planteadas se determinó a través de la contrastación de las hipótesis específicas para determinar el grado de concentración del aluminio en los filtros y decantadores.

4.2.1 Hipótesis específica

Ha1. La concentración de aluminio con lodos residuales vertidos en el río Higuera procedente de la limpieza del decantador es de mayor cantidad a lo permitido por los Estándares de Calidad Ambiental Para el Agua.

Tabla 26

Prueba de hipótesis T Student para la concentración de aluminio en el río procedente de la limpieza del decantadores.

Variable	T Student	gl	Significancia (p)
Concentración de aluminio en el río Higuera (mg/L)	11.716	2	0.007

Nota. Datos procesados respecto al resultado de análisis (2019).

Interpretación:

Los valores que muestran la significancia para la concentración de aluminio en el río Higuera es de **0.007**, lo que permite **confirmar la hipótesis alterna Ha1 y rechazar la hipótesis nula Ho1**, donde la al valor hipotético del nivel de aluminio permitido por los Estándares de Calidad para el Agua supera los 5mg/L. en el río Higuera procedente de la limpieza del decantador, por lo tanto, al ser vertidos directamente a aguas del río Higuera produce un promedio de nivel de concentración de aluminio del 10.86 mg Al / L⁻¹

Ho1. La concentración de aluminio con lodos residuales vertidos en el río Higuera procedente de la limpieza del decantador es de menor cantidad a lo permitido por los Estándares de Calidad Ambiental Para el Agua.

Ha2. El nivel de concentración de aluminio con lodos residuales vertidos en el río Higuera procedente del lavado de filtros es de mayor cantidad a lo permitido por los Estándares de Calidad Ambiental Para el Agua.

Tabla 27

Prueba de hipótesis T Student para la concentración de aluminio en el río procedente del lavado de filtros

Variable	T Student	gl	Significancia (p)
Concentración de aluminio en el río Higueras (mg/L)	3.139	2	0.044

Nota. Datos procesados respecto al resultado de análisis (2019).

Los valores que muestran la significancia es de **0.044**, lo que permite **confirmar la hipótesis Ha2 alternativa y rechazar la hipótesis nula Ho2**, donde la al valor hipotético del nivel de aluminio permitido por los Estándares de Calidad para el agua supera los 5mg/L. en el río Higueras procedente del lavado de filtros, por lo tanto, al ser vertidos directamente a aguas del río Higueras produce un promedio de nivel de concentración de aluminio del 7.023 mg Al/L⁻¹.

Ho2. El nivel de concentración de aluminio con lodos residuales vertido en el río Higueras procedente del lavado de filtros es de menor cantidad a lo permitido por los Estándares de Calidad Ambiental Para el Agua.

4.2.2 Hipótesis general

Ha: La descarga de lodos residuales influirá en la concentración de aluminio en el río Higueras superando lo establecido por el Estándar de Calidad Ambiental para agua.

Ho La descarga de lodos residuales no influirá en la concentración de aluminio en el río Higueras superando lo establecido por el Estándar de Calidad Ambiental para agua.

Tabla 28

Prueba de hipótesis T Student para la concentración de aluminio en el río procedente del lavado de filtros y limpieza del decantador.

Variable	T Student	gl	Significancia (p)
Concentración de aluminio en el río Higueras (mg/L)	2.345	5	0.033

Nota. Datos procesados respecto al resultado de análisis (2019).

Los valores que muestran la significancia es de **0.033** lo que nos permite **confirmar la hipótesis general y rechazar la hipótesis nula**, donde la al valor hipotético del nivel de aluminio permitido por los Estándares de Calidad para el Agua supera los 5mg/L. en el río Higueras procedente del lavado de filtros y limpieza de los decantadores, por lo tanto, al ser vertidos directamente a aguas del río Higueras produce un promedio de nivel de concentración de aluminio del 8.94 mg Al/L⁻¹.

CAPITULO V

5. DISCUSION DE RESULTADOS

5.1. PRESENTACIÓN DE DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A partir de los resultados encontrados para contrastar la hipótesis por el método T Student, se acepta la hipótesis alterna general que establece una relación directa y significativa con la concentración de aluminio en el río Higuera, donde $p = 0.199$, es menor que 0.005 , se concluye que el vertido de lodos residuales influye en la concentración de aluminio en el río Higuera superando lo establecido por el Estándar de Calidad Ambiental para agua, estos resultados guardan relación con lo que sostiene García (2014), que señala que los lodos que son vertidos provenientes de los sedimentadores contienen alto porcentaje de aluminio, este contenido perjudica a los peces en la fuente receptora del efluente, es decir, los peces mueren en concentraciones altas de aluminio.

En la concentración de aluminio con lodos residuales vertidos en el río Higuera proveniente de la limpieza del decantador y lavado de filtros, se acepta las hipótesis alternas 01 y 02 ya que, debido a que el vertido supera la concentración permitida por los Estándares de Calidad Ambiental para el agua, estos resultados coinciden con Gutiérrez et al (2014) y Chire y Rondán (2014) que mencionan los altos porcentajes de aluminio producido por los sedimentadores en una planta convencional de agua potable y los impactos ambientales que producen estos lodos, los autores sugieren realizar tratamientos para la reducir de los impactos negativos a través de tecnologías apropiadas y disposición final de los lodos residuales con aluminio.

CONCLUSIONES

- Se determinó la concentración aluminio y se comparó los resultados de los análisis del monitoreo de aluminio en el río Higueras procedente de la limpieza del decantador y lavado de filtros, donde obtuvo un promedio de $10.86 \text{ mg Al/L}^{-1}$ y $7.0233 \text{ mg Al/L}^{-1}$, ambos procesos superaron los Estándares de Calidad de Agua (D.S N° 004-2017-MINAM) el nivel es alto en un 15% de lo permitido el mismo que contamina severamente las aguas del río Higueras perjudicando todas las actividades agrícolas y otras actividades humanas que se realiza en el lugar.
- No existe una disposición final, ni tratamiento de los lodos residuales con presencia de aluminio, procedente del decantador y filtro de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Cabritopampa de la EPS SEDA Huánuco.
- Los datos obtenidos en las pruebas experimentales de análisis comparativo de los lodos del decantador y del filtro los niveles de aluminio son frecuentes y con altos niveles de aluminio de manera continua y sostenida.
- Mediante el Método T-Student, se pudo demostrar estadísticamente que el nivel de concentración de aluminio vertido en el río Higueras procedente de la limpieza del decantador y lavado de filtros es de mayor cantidad a lo permitido por los Estándares de Calidad de agua (5 mgAl/L^{-1}); donde se obtuvo una significancia de 0.007 y 0.04, siendo inferior a 0.05, por lo tanto, se deniega las hipótesis nulas y se acepta las hipótesis alternas.

RECOMENDACIONES

- Realizar pruebas de jarras de manera diaria y continua, para obtener la dosis óptima del sulfato de aluminio para ser utilizada durante los procesos de tratamiento de potabilización del agua de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Cabritopampa de la EPS SEDA Huánuco S.A. para evitar altas concentraciones de aluminio sean vertidas al río Higueras.
- Realizar estudios de costo y beneficio que genera reutilización del sulfato de aluminio en los lodos provenientes de los filtros y decantadores como coagulante durante del proceso de tratamiento de agua potable, en la Planta de Tratamiento de la EPS SEDA Huánuco S.A.
- Se recomienda realizar y aprobar un plan de disposición final de los lodos para PTAP, de acuerdo a la R.M N°128 (Aprueban condiciones mínimas de manejo de lodos y las instalaciones para su disposición final) y usar de alternativas de tratamiento para la reducir el volumen de lodos cargados por aluminio de la Planta de Tratamiento Cabritopampa de la EPS Seda Huánuco S.A., a fin de tener un buen manejo y adecuada disposición final.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barajas G. C. L. & León L. A.J. (2015).** Determinación de la Dosis Óptima de Sulfato de Aluminio ($\text{Al}_2 (\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$) En El Proceso de Coagulación - Floculación Para El Tratamiento De Agua Potable Por Medio del Uso de Una Red Neuronal Artificial. (Tesis pregrado). Bogotá. Universidad Santo Tomás.
- Bermeo B.A.M. & Idrovo H. E. P. (2014).** Aprovechamiento de lodos deshidratados generados en plantas de tratamiento de agua potable y residual como agregado para materiales de construcción. (Tesis pregrado). Ecuador. Universidad de Cuenca.
- Casagrande H., Sager R, (2000),** Efecto de la composición salina del agua de bebida sobre la evolución de peso vivo de Bovinos. Rev. Arg. Prod. An. Vol. 20 Sup. 1, 2000- 23º Congreso Arg. de Producción Animal, Corrientes, Octubre 2000.
- Castrillón B. D. & Giraldo M. A. (2012).** Determinación de la Dosis Óptima del coagulante Sulfato de aluminio granulado tipo B en función de la turbiedad y el color para la potabilización del agua en la Planta de Tratamiento de Villa Santana. (Tesis pregrado). Colombia. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Castrillón B. D. & Giraldo M. A. (2012).** Determinación de la Dosis Óptima del coagulante Sulfato de aluminio granulado tipo B en función de la turbiedad y el color para la potabilización del agua en la Planta de Tratamiento de Villa Santana. (Tesis pregrado). Colombia. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Chire S., Yanira P. y Rondán G. Gianfranco B. (2014).** Uso de lodos generados en los decantadores de una planta de tratamiento de agua potable como materia prima para la elaboración de ladrillos de construcción. (Tesis pregrado). Perú. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

Castillo V., Wilmer (2017). Alternativas de deshidratación de lodos de una planta de tratamiento de agua potable. (Tesis pregrado). Perú. Universidad de Ingeniería.

Decreto Supremo N°031-2010 S.A. (2010). Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Lima, Perú.

Decreto Supremo N°004-2017 S.A. (2017). Aprueban Estándares de calidad Ambiental (ECA) para agua y establecen Disposiciones Complementarias. Lima, Perú.

Espinoza A., Sara V. (2018). Caracterización fisicoquímico de las aguas residuales del lavado de los filtros de la planta de Tratamiento de agua potable Cabrito Pampa, Distrito, Provincia y Departamento de Huánuco; para generar una base de datos desde Julio a Octubre-2018. (Tesis pregrado). Perú. Universidad de Huánuco.

EMASA (2019) Estaciones de Tratamiento de Agua Potable (Artículo). España. Empresa Municipal Aguas de Málaga de Medio Ambiente. https://www.emasa.es/?page_id=412.

García C., Cristian D. (2014) Tratamiento de efluentes para la Planta de Potabilización de agua los cuervos en el Municipio de Chinchiná en Manizales. (Tesis pregrado). Colombia. Universidad de Nacional de Colombia.

Gutiérrez R. J.A, Ramírez F.A.I, Rivas R & Paredes D. (2014). Tratamiento de lodos generados en el proceso convencional de potabilización de agua. (Artículo). Bogotá. Revista Ingenierías Universidad de Medellín.

Hernández Sampieri R., Fernández C. C., Baptisa L. P. (2014). Metodología de la Investigación 6^{ta} edición.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). (2015).
Instrumentos Básicos para la Fiscalización Ambiental. Lima, Perú.

Organización Mundial de la Salud (2003), Aluminium in drinking-water.

Organización Mundial de la Salud (2006), Guías para la calidad del agua potable. Primera apéndice a la tercera edición. Volumen 1. Suiza

Lenntech (2017) “Tratamiento y purificación del agua” South Miami, FL 33143
USA

Ministerio de Agricultura. (2010). Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos (Ley N°29338). Lima, Perú.

Ministerio del ambiente. (2013). Glosario de términos. Lima, Perú.

Ministerio del ambiente. (2016). Aprende a prevenir los efectos del mercurio.
Módulo 3: Agua y Alimento. Lima, Perú.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2017). Aprueban condiciones mínimas de manejo de lodos y las instalaciones para su disposición final. (R.M N°128). Lima, Perú.

Resolución Jefatural N° 319-2015-ANA (2015) Guía para realizar inventarios de fuentes naturales de agua superficial. Autoridad Local de Agua.

SEDAPAL (2020) Evaluación de Plantas y Desarrollo Tecnológico.
Tratamiento De Agua: Coagulación Floculación.

Senamhi (2016). Propuesta de una red Hidrometeorológica en la cuenca del río Higuera. Lima, Perú

Sierra, L. y Serna, S. (2013). Tratamientos de agua para abastecimiento.
Recuperado de [http://www. slideshare.net/lmsf/tratamiento-deaguas-para](http://www.slideshare.net/lmsf/tratamiento-deaguas-para)

ANEXOS

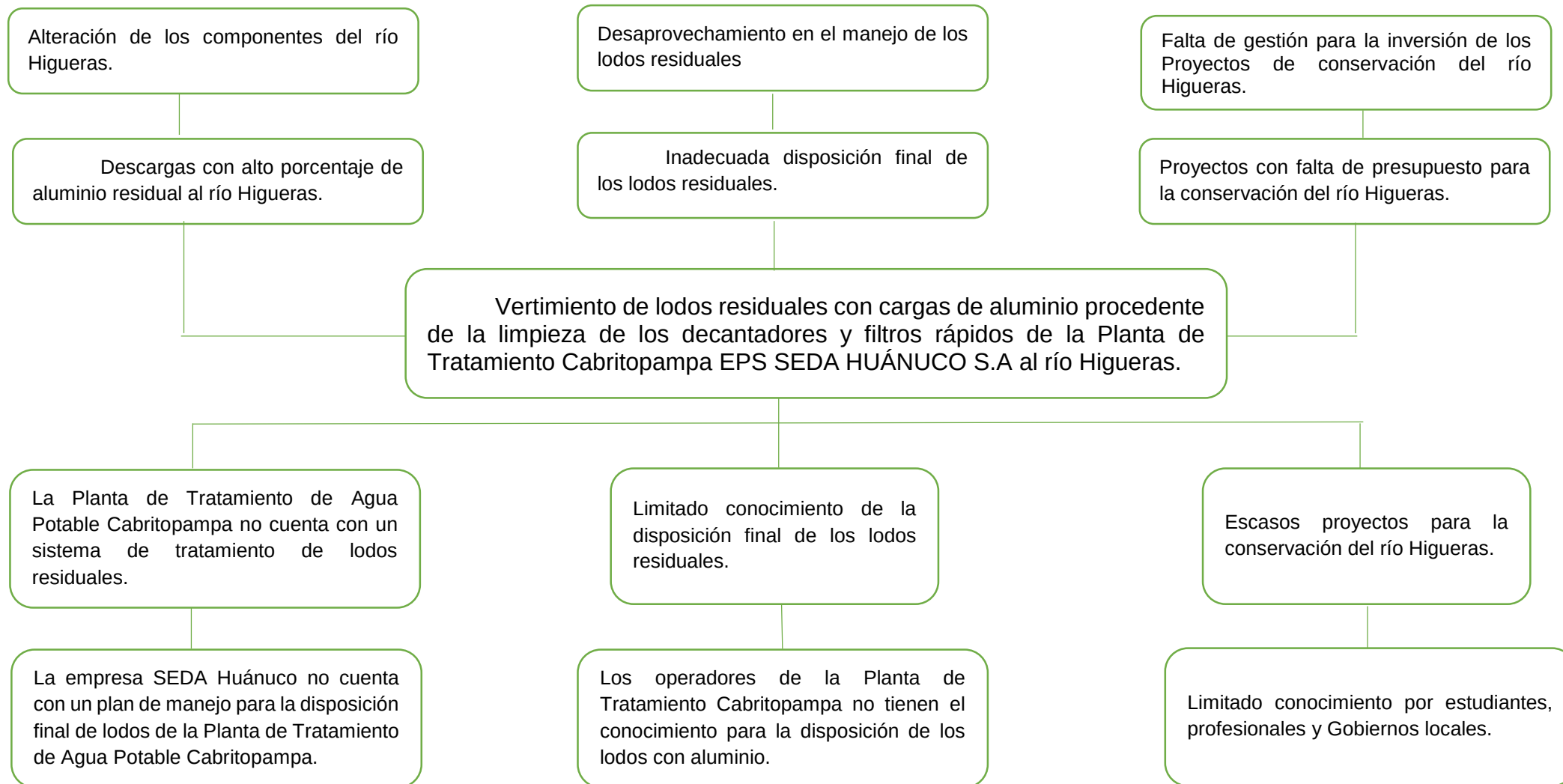
ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: “Evaluación del Aluminio Residual en lodos del decantador y filtros que vierte al río Higuera la Planta de Tratamiento de Agua Potable Cabritopampa de la EPS SEDA Huánuco S.A. - 2019”.

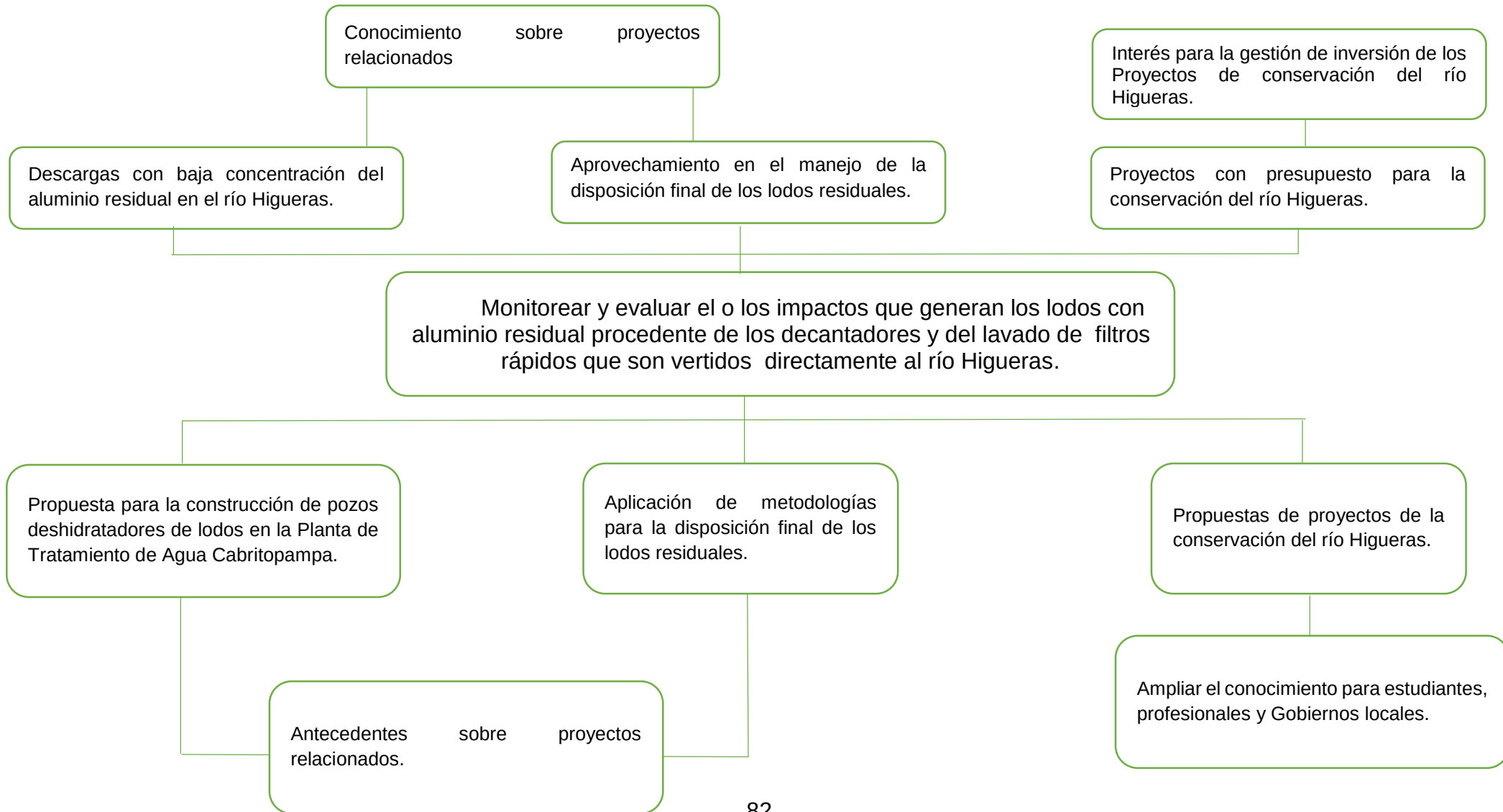
Tesista: KIUCHI SUÁREZ, ROSBELI AKEMI

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN MUESTRA	Y
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL					
¿Cuánto será la concentración de aluminio residual en el río Higuera, que genera el vertimiento de lodos residuales, proveniente de la limpieza de los decantadores y lavado de filtros rápidos de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Cabritopampa de la EPS SEDA Huánuco S.A?	Evaluar la concentración de aluminio residual proveniente de la limpieza de los decantadores y lavado de filtros rápidos que son vertidos directamente al río Higuera.	La concentración de aluminio residual proveniente de los lodos de decantador y lavados de filtro en el río Higuera supera las concentraciones establecidas por el Estándar de Calidad Ambiental para agua.	VARIABLE DEPENDIENTE Aluminio Residual.	Producción Lodos con aluminio residual del decantador y filtro.	El tipo de investigación que se empleará es de un enfoque de tipo mixto, debido a que se utilizará ambos tipos de indagación, combinándolas en el presente proyecto. Es de enfoque cualitativo porque se describirá los parámetros fisicoquímicos presentes en el vertimiento de lodos proveniente del lavado de los decantadores y filtros, y es de enfoque cuantitativo porque se analizarán y obtendrán valores numéricos a partir de ellos.	POBLACIÓN En la investigación, se considerará como población, la cantidad de lodos generados en el proceso de tratamiento de agua	
				Influencia del aluminio 100 metros aguas arriba del punto de descarga en el río Higuera.			
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS					
¿Existe diferencia de concentración de aluminio entre los lodos producidos en el decantador y los filtros rápidos?	Determinar el volumen de lodos generados en los filtros rápidos y decantadores.	Ha1. La concentración de aluminio con lodos residuales vertidos en el río Higuera proveniente de la limpieza del decantador es de mayor cantidad a lo permitido por los Estándares de Calidad Ambiental Para el Agua. Ho1. La concentración de aluminio con lodos residuales vertidos en el río Higuera proveniente de la limpieza del decantador es de menor cantidad a lo permitido por los Estándares de Calidad Ambiental Para el Agua.	VARIABLE INDEPENDIENTE Contaminación del río Higuera	Punto de descarga	El estudio pertenece al nivel explicativo y experimental, donde se comparó la concentración del aluminio residual, y los parámetros fisicoquímicos en el río Higuera, proveniente de los lodos del decantador y el lavado de los filtros rápidos de la Planta de Tratamiento Cabritopampa de la EPS SEDA Huánuco S.A.	MUESTRA Para las mediciones respectivas de las variables en esta investigación, se realizó toma de 03 muestras en el punto de vertimiento, a 100 metros aguas arriba del punto de vertimiento y 100 metros aguas abajo del punto de vertimiento.	
¿Existe diferencia de concentración de aluminio en el río Higuera en 100 metros antes, 100 metros después y en el punto de descarga proveniente de la limpieza de los decantadores y filtros?	Determinar la concentración de los parámetros físico-químicos en 100 metros aguas arriba, 100 metros después y en el punto de descarga en el río Higuera			100 metros después de la descarga en el río Higuera			
¿Existe diferencia de volumen de lodos residuales, con presencia de aluminio, que son generados en los decantadores y filtros rápidos de la Planta de Tratamiento de agua potable de Cabritopampa de la EPS SEDA Huánuco S.A?	Determinar el grado de concentración del aluminio en 100 metros aguas arriba, 100 metros después y en el punto de descarga en el río Higuera.	Ha2. El nivel de concentración de aluminio con lodos residuales vertidos en el río Higuera proveniente del lavado de filtros es de mayor cantidad a lo permitido por los Estándares de Calidad Ambiental Para el Agua. Ho2. La concentración de aluminio con lodos residuales vertido en el río Higuera proveniente del lavado de filtros es de menor cantidad a lo permitido por los Estándares de Calidad Ambiental Para el Agua.			Para el contraste de la hipótesis se utilizó el método T Student y se desarrolló la siguiente formula: $t = \frac{M_d}{DS_d / \sqrt{n}}$		
					Dónde: Md : Media aritmética DS _d : Desviación estándar de la diferencia n : Número de sujetos de la muestra.		

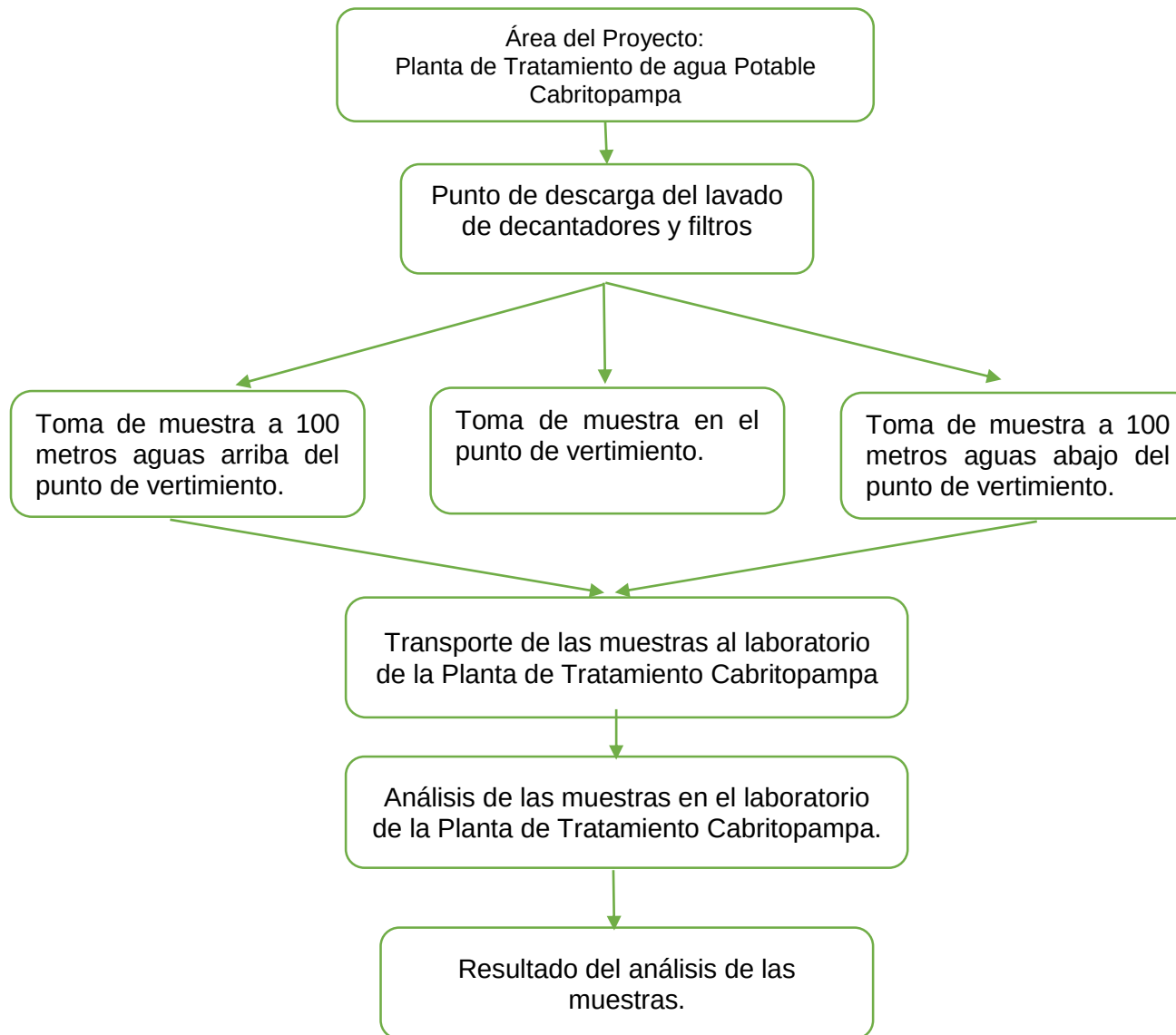
ANEXO 2. ÁRBOL DE CAUSA Y EFECTO



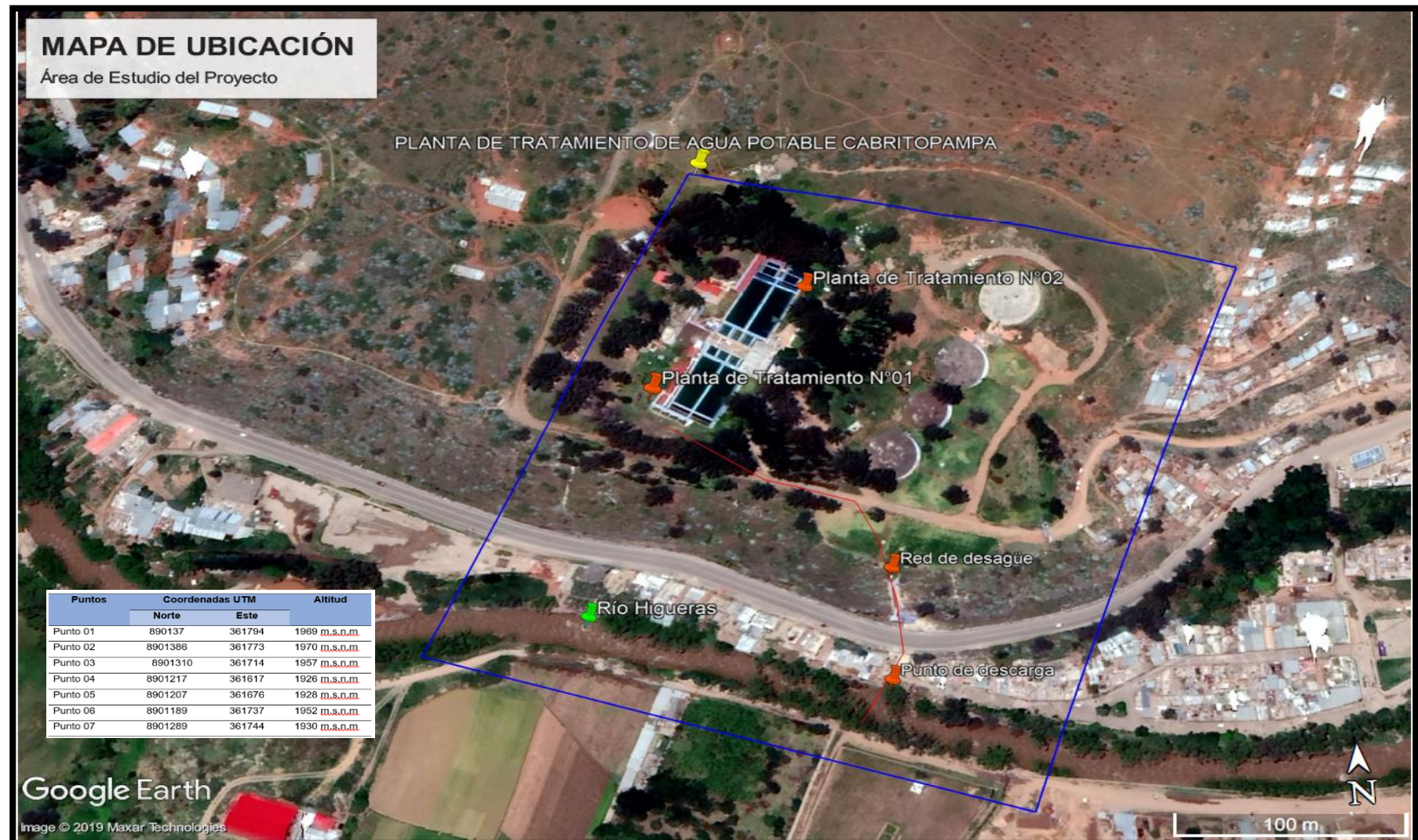
ANEXO 3. ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES



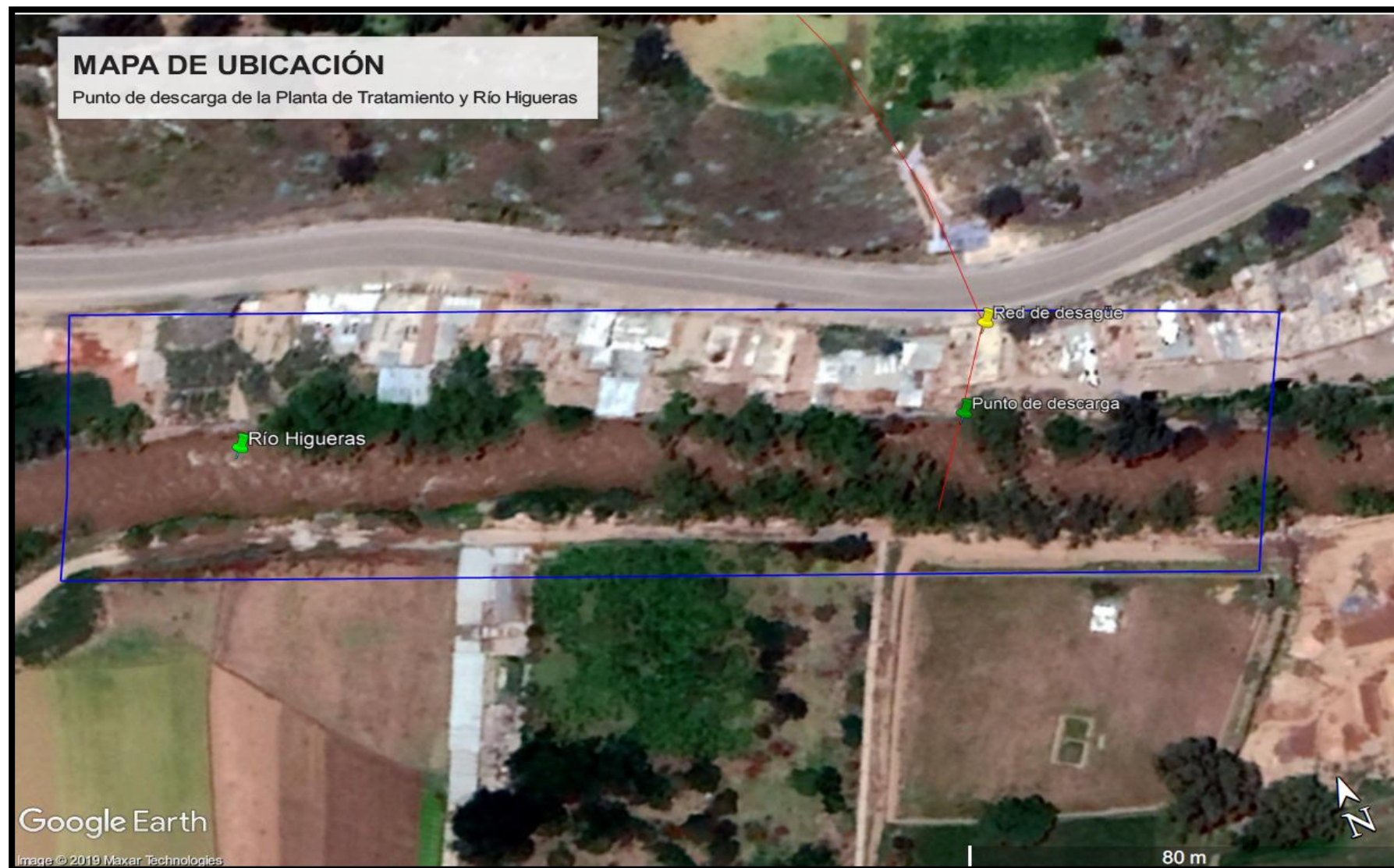
ANEXO 4. DIAGRAMA DE PROTOCOLO DE ANÁLISIS



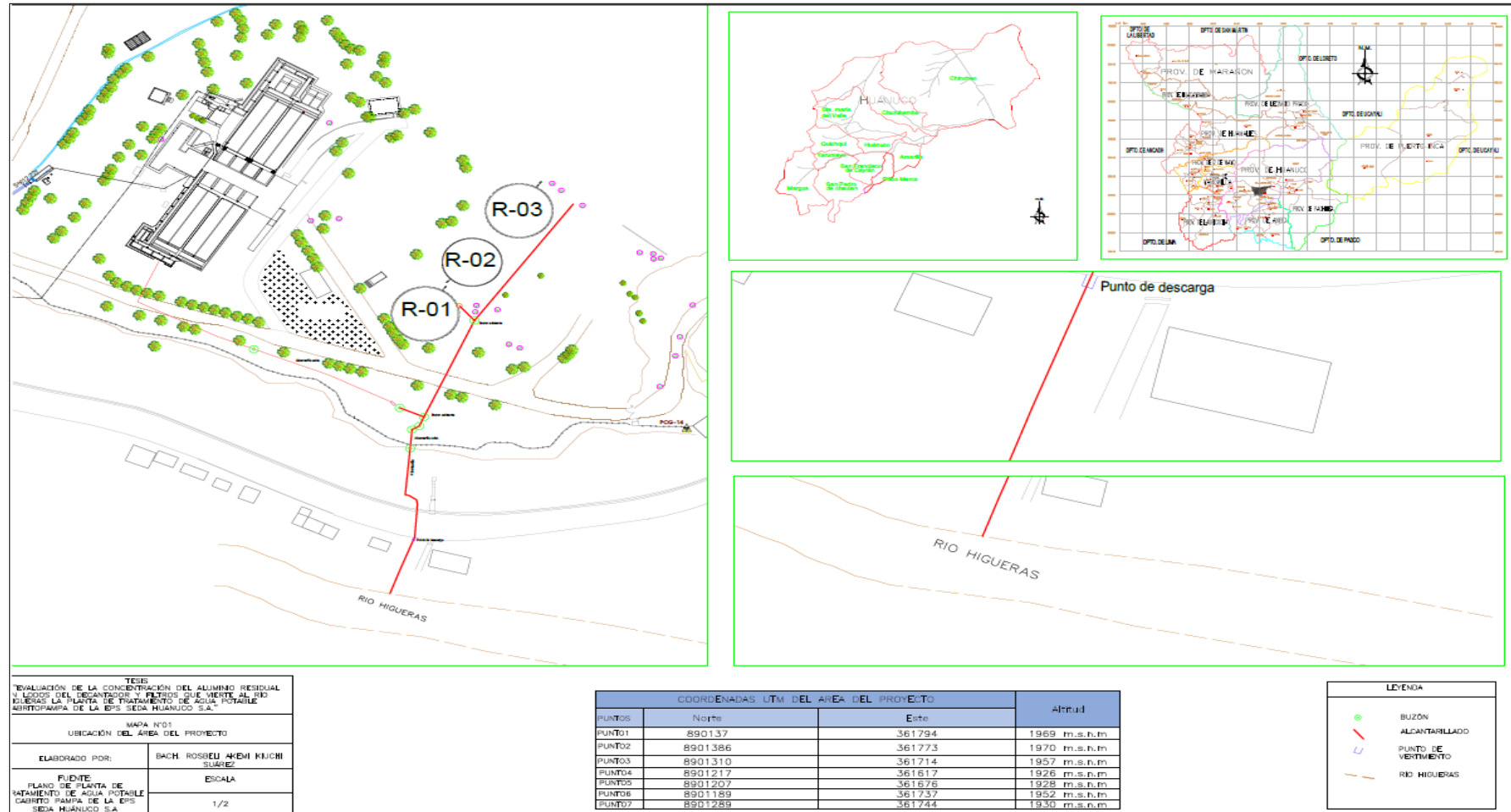
ANEXO 5. MAPA DE UBICACIÓN DE PROYECTO







ANEXO 6. PLANO DE UBICACIÓN DEL PROYECTO



ANEXO 7. ÁREA DE ESTUDIO



Puerta de ingreso a la Planta de Tratamiento de agua potable Cabritopampa



Planta de Tratamiento de agua potable N°01, cuenta con dosificador de coagulante, mezcla rápida, 02 decantadores y 04 filtros.



Planta de Tratamiento de agua potable N°02, cuenta con dosificador de coagulante, mezcla rápida, 02 decantadores y 04 filtros.



Decantadores de la Planta de Tratamiento N°01



Filtros rápidos de la Planta de Tratamiento N°01



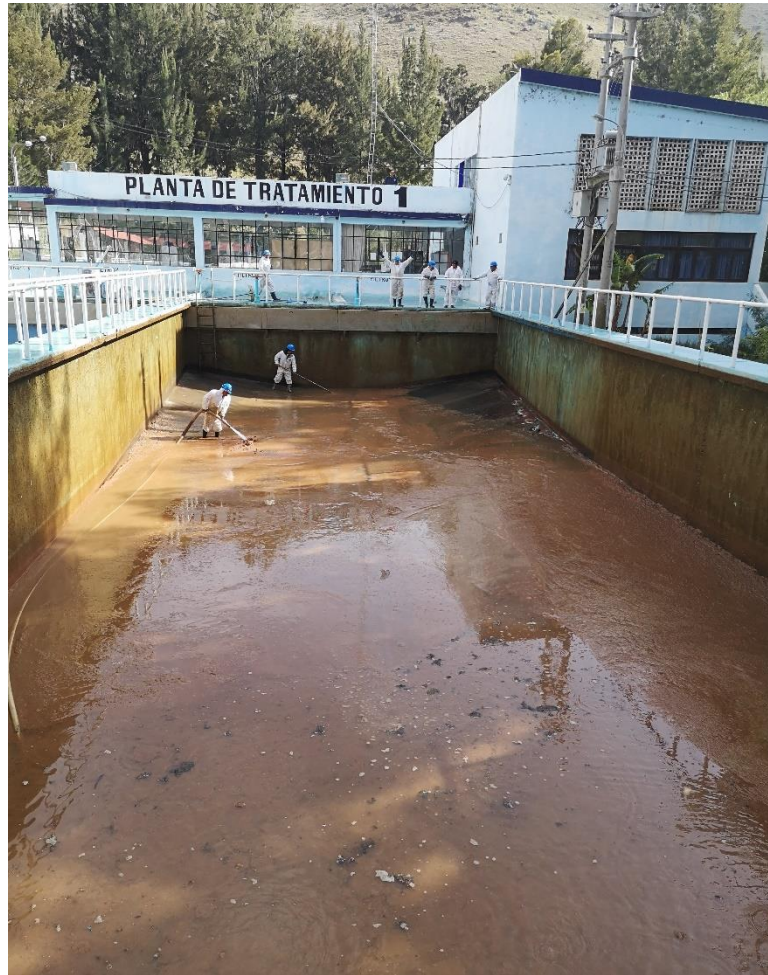
Punto de descarga de la Planta de Tratamiento de Agua Potable Cabritopampa



Lavado del Filtro rápido de la Planta de Tratamiento N°01



Lodos de los filtros rápidos.



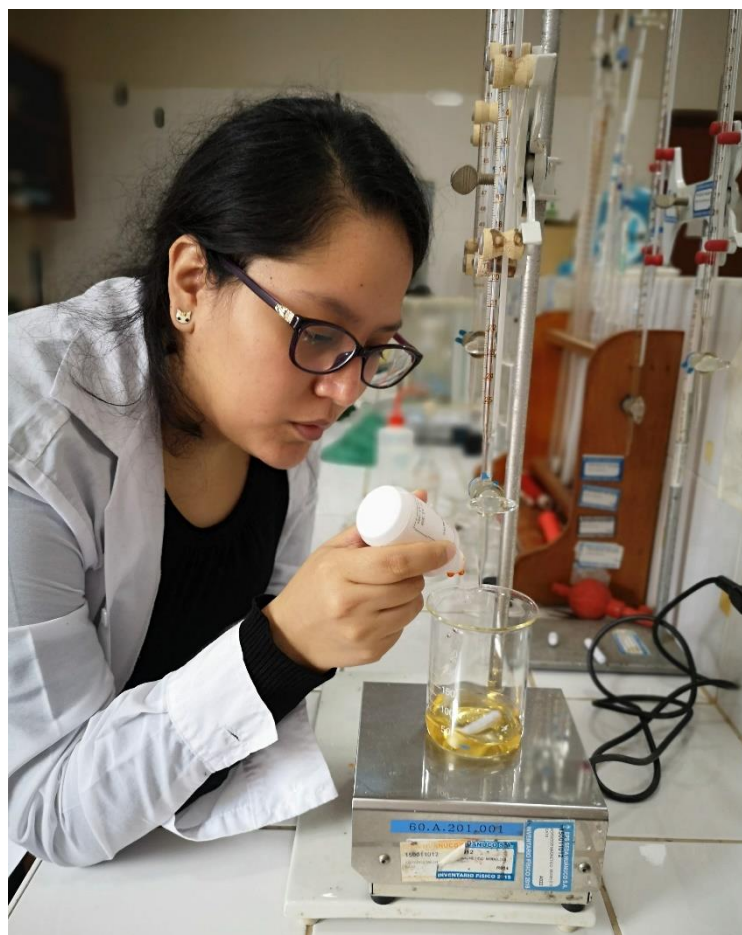
Lodos residuales de la limpieza del decantador.



Decantador N°02 con lodos residuales de la Planta de Tratamiento N°01



Limpieza de los lodos residuales durante la limpieza del decantador por los Operarios de la EPS Seda Huánuco.



Realizando los análisis de las muestras en el Laboratorio de la Planta de Tratamiento de la EPS Seda Huánuco S.A



Análisis de Aluminio Residual en el Laboratorio de la Planta de Tratamiento de la EPS Seda Huánuco S.A



Monitoreo en el punto de vertimiento durante la limpieza del decantador de la Planta Cabritopampa de la EPS Seda Huánuco S.A por el Coordinador de Producción.



Monitoreo a 100 metros aguas abajo del punto de vertimiento de la Planta Cabritopampa de la EPS Seda Huánuco S.A



Monitoreo a 100 metros aguas abajo del punto de vertimiento de la Planta Cabritopampa de la EPS Seda Huánuco S.A



Punto de vertimiento de la Planta de Tratamiento de Cabritopampa de la EPS Seda Huánuco



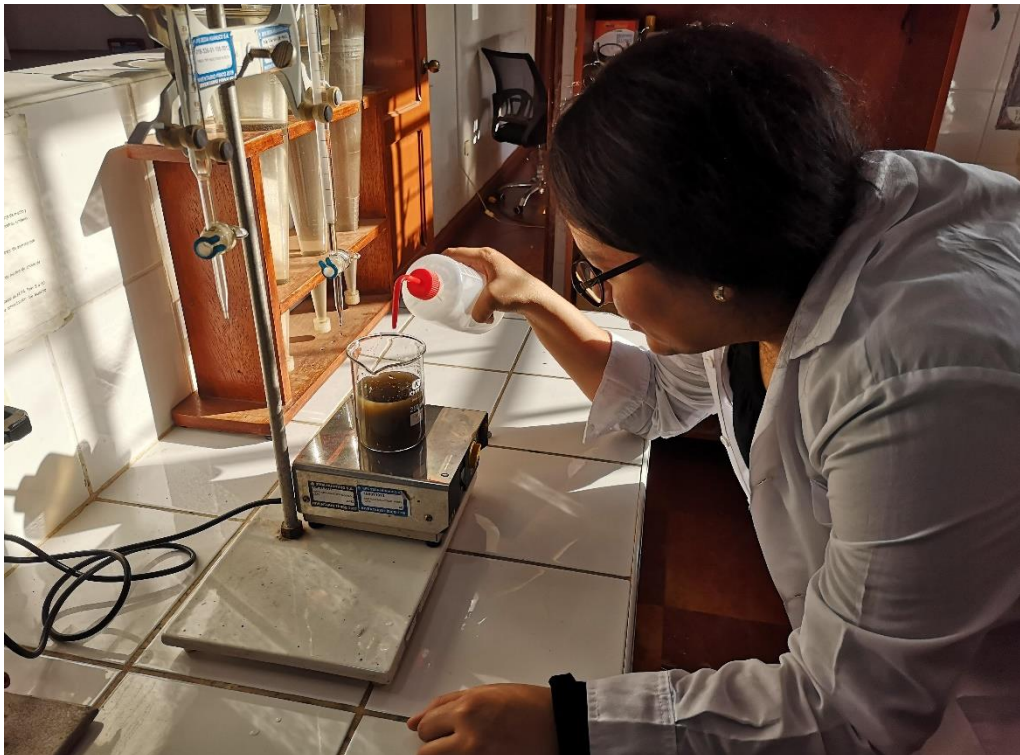
Monitoreo en el punto de vertimiento durante la de la Planta Cabritopampa de la EPS Seda Huánuco S.A



Vertimiento del punto de vertimiento hacia el río Higueras.



Lodos residuales con aluminio en aguas del río Higueras.



Análisis de las muestras en el Laboratorio de la Planta de Tratamiento de la EPS Seda Huánuco S.A



Lodos residuales con aluminio en aguas del río Higuera.



El coordinador de producción Ing. César Álvarez Espantoso, realizando los análisis de las muestras con



El coordinador de producción Ing. César Álvarez Espantoso, realizando los análisis de las muestras con aluminio residual.



El coordinador de producción Ing. César Álvarez Espantoso, realizando los análisis de las muestras con aluminio residual.



Muestras procesadas con aluminio de 100 metros aguas abajo, 100 metros aguas arriba y punto de vertimiento del estudio.

ANEXO 9. RESULTADO DE ANÁLISIS



EPS SEDA HUÁNUCO S.A.
Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Municipal de Agua
Potable y Alcantarillado de Huánuco Sociedad Anónima.
LABORATORIO.



PROTOCOLO DE ANÁLISIS

REG.: 0036-19-CP

Solicitante	Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemi Kiuchi Suárez
Producto declarado	Agua superficial
Nombre de la fuente	Río Higuera a 100 metros aguas arriba del punto de descarga de las aguas residuales de la Planta de Tratamiento Cabritopampa de la EPS Seda Huánuco.
Coordenadas	8901213 S 361630 E
Recolectado por	El interesado.
Cantidad de muestra	01 muestra de 01 litro.
Fecha de muestreo	2019 - 07 - 22
Forma de presentación	Envase de plástico cerrado y refrigerado.
Fecha de recepción	2019 - 07 - 22
Fecha de inicio del ensayo	2019 - 07 - 23
Fecha de término del ensayo	2019 - 07 - 23
Ensayo realizado por	Ing. César A. Álvarez Espantoso. Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemi Kiuchi Suárez

Resultado de Análisis:

ANÁLISIS	Unidad	Resultados	Rango según ECA
Turbiedad	NTU	54.9	**
Conductividad	μS/cm	139	2500
pH	Valor de ph	8.35	6.5-8.5
Temperatura	°C	14.4°	3
Aluminio	mg Al/ / L ⁻¹	0.015	5
Hierro	mg Fe/ L ⁻¹	0.357	5
Sulfatos	mg SO ₄ L ⁻¹	6.23	1000
Cloruros	mg Cl ⁻ / L ⁻¹	16.1	500
Manganeso	mg Mn L ⁻¹	0.495	0.2
Nitrato	mg NO ₃ L ⁻¹	2.55	100
Alcalinidad	mg CaCO ₃ L ⁻¹	107	**
Dureza	mg CaCO ₃ L ⁻¹	99.3	**



SEMBREMOS UN ÁRBOL.

Protejamos el medio ambiente imprimiendo por ambas caras del papel.

Planta de Tratamiento ☎ (062) 512234; 📠 941723133 y 936775564.

Página 1 de 7



EPS SEDA HUÁNUCO S.A.
Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Municipal de Agua
Potable y Alcantarillado de Huánuco Sociedad Anónima.
LABORATORIO.



Métodos Empleados:

Turbidez.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
pH.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Conductividad.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998, pag. 2.45
Alcalinidad.- Volumétrica, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA - 1992
Aluminio.- Colorimétrico de Eriocromo Cianira R, Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Cloruros.- **Argentométrico.**- Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992
Dureza Total.- Volumétrico con EDTA, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992
Hierro. Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Nitratos. Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Sulfatos.- **Turbidimétrico.** Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Manganeso.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998

Huánuco, 26 de julio de 2019


Ing. César Antonio Álvarez Espantoso
Código: 75748
COORDINADOR DE PRODUCCIÓN
EPS SEDA HUÁNUCO S.A.

SEMBREMOS UN ÁRBOL.

Protejamos el medio ambiente imprimiendo por ambas caras del papel.
Planta de Tratamiento ☎(062) 512234; ☎ 941723133 y 936775564.

Página 2 de 7



EPS SEDA HUÁNUCO S.A.
Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Municipal de Agua
Potable y Alcantarillado de Huánuco Sociedad Anónima.
LABORATORIO.



PROTOCOLO DE ANÁLISIS

REG.: 0037-19-CP

Solicitante **Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemi Kiuchi Suárez**
Producto declarado Agua superficial
Nombre de la fuente Punto de descarga de las aguas residuales procedente de la limpieza del Filtro N°01 de la Planta de Tratamiento N°01 de Cabritopampa de la EPS Seda Huánuco.
Coordenadas 8901208 S 361675 E
Recolectado por El interesado.
Cantidad de muestra 01 muestra de 01 litro.
Fecha de muestreo 2019 - 07 - 22
Forma de presentación Envase de plástico cerrado y refrigerado.
Fecha de recepción 2019 - 07 - 22
Fecha de inicio del ensayo 2019 - 07 - 23
Fecha de término del ensayo 2019 - 07 - 23
Ensayo realizado por **Ing. César A. Álvarez Espantoso.**
Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemi Kiuchi Suárez

Resultado de Análisis:

ANÁLISIS	Unidad	Resultados	Rango según ECA
Turbiedad	NTU	735	**
Conductividad	$\mu\text{S}/\text{cm}$	71.5	2500
pH	Valor de ph	8.25	6.5-8.5
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	15.2°	3
Aluminio	$\text{mg Al} / \text{L}^{-1}$	9.16	5
Hierro	$\text{mg Fe} / \text{L}^{-1}$	8.75	5
Sulfatos	$\text{mg So}_4 \text{L}^{-1}$	9.87	1000
Cloruros	$\text{mg Cl}^{-} / \text{L}^{-1}$	17.1	500
Manganeso	mg Mn L^{-1}	37	0.2
Nitrato	$\text{mg NO}_3 \text{L}^{-1}$	3.41	100
Alcalinidad	$\text{mg CaCO}_3 \text{L}^{-1}$	90.6	**
Dureza	$\text{mg CaCO}_3 \text{L}^{-1}$	115.6	**



SEMBREMOS UN ÁRBOL.

Protejamos el medio ambiente imprimiendo por ambas caras del papel.
Planta de Tratamiento ☎(062) 512234; 📠 941723133 y 936775564.

Página 3 de 7



EPS SEDA HUÁNUCO S.A.
Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Municipal de Agua
Potable y Alcantarillado de Huánuco Sociedad Anónima.
LABORATORIO.



Métodos Empleados:

Turbidez.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
pH.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Conductividad.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998, pag. 2.45
Alcalinidad.- Volumétrico, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA - 1992
Aluminio.- Colorimétrico de Eriocromo Cianira R, Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Cloruros.- **Argentométrico.**- Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992
Dureza Total.- Volumétrico con EDTA, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992
Hierro. Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Nitratos. Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Sulfatos.- **Turbidimétrico** Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Manganeso.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998

Huánuco, 26 de julio de 2019


Ing. César Antonio Álvarez Espantoso
Reg. CIP: 75748
COORDINADOR DE PRODUCCIÓN
EPS SEDA HUÁNUCO S.A.



PROTOCOLO DE ANÁLISIS

REG.: 0038-19-CP

Solicitante	Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemi Kiuchi Suárez
Producto declarado	Agua superficial
Nombre de la fuente	Río Higuera a 100 metros aguas debajo de punto de descarga de las aguas residuales procedente de lavado del Filtro N°01 de la Planta de Tratamiento N°01 de Cabritopampa de la EPS Seda Huánuco.
Coordenadas	8901195 S 361721 E
Recolectado por	El interesado.
Cantidad de muestra	01 muestra de 01 litro.
Fecha de muestreo	2019-07-22
Forma de presentación	Envase de plástico cerrado y refrigerado.
Fecha de recepción	2019-07-22
Fecha de inicio del ensayo	2019-07-23
Fecha de término del ensayo	2019-07-23
Ensayo realizado por	Ing. César A. Álvarez Espantoso. Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemi Kiuchi Suárez

Resultado de Análisis:

ANÁLISIS	Unidad	Resultados	Rango según ECA
Turbiedad	NTU	135	**
Conductividad	$\mu\text{S}/\text{cm}$	139.1	2500
pH	Valor de ph	8.14	6.5-8.5
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	14.5 $^{\circ}$	3
Aluminio	$\text{mg Al}/\text{L}^{-1}$	8.25	5
Hierro	$\text{mg Fe}/\text{L}^{-1}$	5.75	5
Sulfatos	$\text{mg } \text{SO}_4/\text{L}^{-1}$	5.94	1000
Cloruros	$\text{mg Cl}^{-}/\text{L}^{-1}$	14.1	500
Manganeso	$\text{mg Mn}/\text{L}^{-1}$	37	0.2
Nitrato	$\text{mg NO}_3/\text{L}^{-1}$	3.23	100
Alcalinidad	$\text{mg CaCO}_3/\text{L}^{-1}$	106.6	**
Dureza	$\text{mg CaCO}_3/\text{L}^{-1}$	112.6	**





Métodos Empleados:

Turbidez.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
pH.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Conductividad.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998, pag. 2.45
Alcalinidad.- Volumétrico, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA - 1992
Aluminio.- Colorimétrico de Eriocromo Cianira R, Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Cloruros.- **Argentométrico.** Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992
Dureza Total.- Volumétrico con EDTA, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992
Hierro. Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Nitratos. Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Sulfatos.- **Turbidimétrico** Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Manganeso.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998

Huánuco, 26 de julio de 2019


Ing. César Ayala Espinoza
Reg. CP: 75746
COORDINADOR DE PRODUCCIÓN
EPS SEDA HUÁNUCO S.A.



PROTOCOLO DE ANÁLISIS

REG.: 0039-19-CP

Solicitante **Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemi Kluchi Suárez**
Producto declarado **Agua con lodos**
Nombre de la fuente **Agua con lodos del Filtro N° 01 de la Planta de Tratamiento
N°01 Cabritopampa de la EPS Seda Huánuco.**
Coordenadas **8901333 S 361741 E**
Recolectado por **El interesado.**
Cantidad de muestra **01 muestra de 01 litro.**
Fecha de muestreo **2019 - 07 - 22**
Forma de presentación **Envase de plástico cerrado y refrigerado.**
Fecha de recepción **2019 - 07 - 22**
Fecha de inicio del ensayo **2019 - 07 - 23**
Fecha de término del ensayo **2019 - 07 - 23**
Ensayo realizado por **Ing. César A. Álvarez Espantoso.**
Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemi Kluchi Suárez

Resultado de Análisis:



ANÁLISIS	Unidad	Resultados
Aluminio	mg Al/ / L ⁻¹	7.18

Métodos Empleados:

Aluminio. - Colorimétrico de Eriocromo Cianira R, Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998

Huánuco, 26 de julio de 2019


Ing. César A. Álvarez Espantoso
Reg. CIP 75746
COORDINADOR DE PRODUCCIÓN
EPS SEDA HUÁNUCO S.A.



EPS SEDA HUÁNUCO S.A.

Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Municipal de Agua Potable
y Alcantarillado de Huánuco Sociedad Anónima.
LABORATORIO.



Métodos Empleados:

Turbidez.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
pH.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Conductividad.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998, pag. 2.45
Alcalinidad.- Volumétrico, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA - 1992
Aluminio.- Colorimétrico de Eriocromo Cianira R, Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Cloruros.- Argentométrico- Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992
Dureza Total.- Volumétrico con EDTA, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992
Hierro Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Nitratos. Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Sulfatos.- Turbidimétrico Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Manganeso.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998

Huánuco, 24 de julio de 2019


Ing. César Antonio Álvarez Espinoza
Reg. CRP: 75745
COORDINADOR DE PRODUCCIÓN
EPS SEDA HUÁNUCO S.A.

SEMBREMOS UN ÁRBOL

Protejamos el medio ambiente imprimiendo por ambas caras del papel.

Planta de Tratamiento ☎(062) 512234; ☎ 941723133 y 936775564.

Página 2 de 7



EPS SEDA HUÁNUCO S.A.

Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Municipal de Agua Potable
y Alcantarillado de Huánuco Sociedad Anónima.
LABORATORIO.



PROTOCOLO DE ANÁLISIS

REG.: 0032-19-CP

Solicitante **Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemi Kluchi Suárez**
Producto declarado **Agua superficial**
Nombre de la fuente **Punto de descarga de las aguas residuales procedente de la
limpieza del Decantador N°01 de la Planta de Tratamiento N°01 de
Cabritopampa de la EPS Seda Huánuco.**
Coordenadas **8901208 S 361675 E**
Recolectado por **El interesado.**
Cantidad de muestra **01 muestra de 01 litro.**
Fecha de muestreo **2019 - 07 - 18**
Forma de presentación **Envase de plástico cerrado y refrigerado.**
Fecha de recepción **2019 - 07 - 18**
Fecha de inicio del ensayo **2019 - 07 - 19**
Fecha de término del ensayo **2019 - 07 - 19**
Ensayo realizado por **Ing. César A. Álvarez Espantoso.
Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemi Kluchi Suárez**

Resultado de Análisis:

ANÁLISIS	Unidad	Resultados	Rango según ECA
Turbiedad	NTU	749	**
Conductividad	$\mu\text{S/cm}$	83.77	2500
pH	Valor de ph	7.71	6.5-8.5
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	15.5°	3
Aluminio	mg Al / L^{-1}	28.3	5
Hierro	mg Fe/ L^{-1}	15	5
Sulfatos	$\text{mg So}_4\text{ L}^{-1}$	82.1	1000
Cloruros	mg Cl- / L^{-1}	22.15	500
Manganeso	mg Mn L^{-1}	32.5	0.2
Nitrato	$\text{mg NO}_3\text{ L}^{-1}$	0.85	100
Alcalinidad	$\text{mg CaCO}_3\text{ L}^{-1}$	79	**
Dureza	$\text{mg CaCO}_3\text{ L}^{-1}$	404	**



SEMBREMOS UN ÁRBOL.

Protejamos el medio ambiente imprimiendo por ambas caras del papel.

Planta de Tratamiento ☎(062) 512234; 📠 941723133 y 936775564.

Página 3 de 7



EPS SEDA HUÁNUCO S.A.

Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Municipal de Agua Potable
y Alcantarillado de Huánuco Sociedad Anónima.
LABORATORIO.



Métodos Empleados:

Turbidez.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998

pH.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998

Conductividad.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998, pag. 2.45

Alcalinidad.- Volumétrico, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA - 1992

Aluminio.- Colorimétrico de Eriocromo Cianira R, Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998

Cloruros.- **Argentométrico**- Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992

Dureza Total.- Volumétrico con EDTA, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992

Hierro Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998

Nitratos. Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998

Sulfatos.- **Turbidimétrico** Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998

Manganeso.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998


César Angulo Rivas Espinoza
Rég. CIP- 75746
COORDINADOR DE PRODUCCIÓN
EPS SEDA HUÁNUCO S.A.

Huánuco, 24 de julio de 2019



PROTOCOLO DE ANÁLISIS

REG.: 0033-19-CP

Solicitante **Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemi Kiuchi Suárez**
Producto declarado Agua superficial
Nombre de la fuente Río Higuera a 100 metros aguas debajo de punto de descarga de las aguas residuales procedente de la limpieza del Decantador N°01 de la Planta de Tratamiento N°01 de Cabritopampa de la EPS Seda Huánuco.
Coordenadas 8901195 S 361721 E
Recolectado por El interesado.
Cantidad de muestra 01 muestra de 01 litro.
Fecha de muestreo 2019 - 07 - 18
Forma de presentación Envase de plástico cerrado y refrigerado.
Fecha de recepción 2019 - 07 - 18
Fecha de inicio del ensayo 2019 - 07 - 19
Fecha de término del ensayo 2019 - 07 - 19
Ensayo realizado por **Ing. César A. Álvarez Espantoso.**
Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemi Kiuchi Suárez

Resultado de Análisis:

ANÁLISIS	Unidad	Resultados	Rango según ECA
Turbiedad	NTU	450	**
Conductividad	$\mu\text{S}/\text{cm}$	72.82	2500
pH	Valor de ph	7.86	6.5-8.5
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	14.8 $^{\circ}$	3
Aluminio	$\text{mg Al} / \text{L}^{-1}$	11.7	5
Hierro	$\text{mg Fe} / \text{L}^{-1}$	4.5	5
Sulfatos	$\text{mg So}_4 \text{L}^{-1}$	59.36	1000
Cloruros	$\text{mg Cl}^{-} / \text{L}^{-1}$	23.71	500
Manganeso	mg Mn L^{-1}	0.465	0.2
Nitrato	$\text{mg NO}_3 \text{L}^{-1}$	0.96	100
Alcalinidad	$\text{mg CaCO}_3 \text{L}^{-1}$	105	**
Dureza	$\text{mg CaCO}_3 \text{L}^{-1}$	21.6	**





EPS SEDA HUÁNUCO S.A.

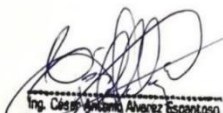
Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Municipal de Agua Potable
y Alcantarillado de Huánuco Sociedad Anónima.
LABORATORIO.



Métodos Empleados:

Turbidez.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
pH.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Conductividad.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998, pag. 2.45
Alcalinidad.- Volumétrico, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA - 1992
Aluminio.- Colorimétrico de Eriocromo Cianira R, Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Cloruros.- **Argentométrico.**- Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992
Dureza Total.- Volumétrico con EDTA, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992
Hierro. Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Nitratos.- **Turbidimétrico** Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Sulfatos.- **Turbidimétrico** Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Manganeso.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998

Huánuco, 24 de julio de 2019


Ing. César Osorio Álvarez Espantoso
(Reg. CP: 79746)
COORDINADOR DE PRODUCCIÓN
EPS SEDA HUÁNUCO S.A.



PROTOCOLO DE ANÁLISIS

REG.: 0034-19-CP

Solicitante	Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemi Kiuchi Suárez
Producto declarado	Lodos
Nombre de la fuente	Lodos procedente del Decantador N°01 de la Planta de tratamiento N° 01 Cabritopampa de la EPS Seda Huánuco.
Coordenadas	8901317 S 361735 E
Recolectado por	El interesado.
Cantidad de muestra	01 muestra de 01 litro.
Fecha de muestreo	2019 - 07 - 18
Forma de presentación	Envase de plástico cerrado y refrigerado.
Fecha de recepción	2019 - 07 - 18
Fecha de inicio del ensayo	2019 - 07 - 19
Fecha de término del ensayo	2019 - 07 - 19
Ensayo realizado por	Ing. César A. Álvarez Espantoso. Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemi Kiuchi Suárez

Resultado de Análisis:



ANÁLISIS	Unidad	Resultados
Aluminio	mg Al / / L ⁻¹	8.65

Métodos Empleados:

Aluminio.- Colorimétrico de Eriocromo Cianira R, Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998

Huánuco, 24 de julio de 2019

Ing. César A. Álvarez Espantoso
Reg. CP: 75746
COORDINADOR DE PRODUCCIÓN
EPS SEDA HUÁNUCO S.A.



PROTOCOLO DE ANÁLISIS

REG.: 0055-19-CP

Solicitante **Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemi Kluchi Suárez**
Producto declarado **Agua superficial**
Nombre de la fuente **Rio Higuera a 100 metros aguas arriba del punto de
descarga de las aguas residuales de la Planta de
Tratamiento Cabrifopampa de la EPS Seda Huánuco.**
Coordenadas **8901213 S 361630 E**
Recolectado por **El interesado.**
Cantidad de muestra **01 muestra de 01 litro.**
Fecha de muestreo **2019-08-20**
Forma de presentación **Envase de plástico cerrado y refrigerado.**
Fecha de recepción **2019-08-20**
Fecha de inicio del ensayo **2019-08-21**
Fecha de término del ensayo **2019-08-21**
Ensayo realizado por **Ing. César A. Álvarez Espantoso**
Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemi Kluchi Suárez

Resultado de Análisis:

ANÁLISIS	Unidad	Resultados	Rango según ECA
Turbiedad	NTU	68.9	**
Conductividad	$\mu\text{S}/\text{cm}$	79.25	2500
pH	Valor de ph	7.75	6.5-8.5
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	15.5 $^{\circ}$	3
Aluminio	$\text{mg Al} / \text{L}^{-1}$	0.03	5
Hierro	$\text{mg Fe} / \text{L}^{-1}$	0.36	5
Sulfatos	$\text{mg So}_4 \text{L}^{-1}$	11.36	1000
Cloruros	$\text{mg Cl}^{-} / \text{L}^{-1}$	24.17	500
Manganeso	mg Mn L^{-1}	33.6	0.2
Nitrato	$\text{mg NO}_3 \text{L}^{-1}$	6.47	100
Alcalinidad	$\text{mg CaCO}_3 \text{L}^{-1}$	101.3	**
Dureza	$\text{mg CaCO}_3 \text{L}^{-1}$	126.8	**





EPS SEDA HUÁNUCO S.A.
Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Municipal de Agua
Potable y Alcantarillado de Huánuco Sociedad Anónima.
LABORATORIO.



Métodos Empleados:

Turbidez.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
pH.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Conductividad.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998, pag. 2.45
Alcalinidad.- Volumétrico, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA - 1992
Aluminio.- Colorimétrico de Eriocromo Cianira R, Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Cloruros.- Argentométrico- Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992
Dureza Total.- Volumétrico con EDTA, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992
Hierro Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Nitratos. Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Sulfatos.- Turbidimétrico Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Manganeso.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998

Huánuco, 23 de agosto del 2019


Ing. César Augusto Álvarez Espinosa
Reg. CIP: 75346
COORDINADOR DE PRODUCCIÓN
EPS SEDA HUÁNUCO S.A.



PROTOCOLO DE ANÁLISIS

REG.: 0056-19-CP

Solicitante **Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemi Kiuchi Suárez**
Producto declarado Agua superficial
Nombre de la fuente Punto de descarga de las aguas residuales procedente de la limpieza del Decantador N°01 de la Planta de Tratamiento N°02 de Cabritopampa de la EPS Seda Huánuco.
Coordenadas 8901208 S 361675 E
Recolectado por El interesado.
Cantidad de muestra 01 muestra de 01 litro.
Fecha de muestreo 2019 - 08 - 20
Forma de presentación Envase de plástico cerrado y refrigerado.
Fecha de recepción 2019 - 08 - 20
Fecha de inicio del ensayo 2019 - 08 - 21
Fecha de término del ensayo 2019 - 08 - 21
Ensayo realizado por **Ing. César A. Álvarez Espantoso.**
Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemi Kiuchi Suárez

Resultado de Análisis:

ANÁLISIS	Unidad	Resultados	Rango según ECA
Turbiedad	NTU	496	**
Conductividad	µS/cm	86.3	2500
pH	Valor de ph	7.83	6.5-8.5
Temperatura	°C	15.5°	3
Aluminio	mg Al/ / L ⁻¹	25.6	5
Hierro	mg Fe/ L ⁻¹	15	5
Sulfatos	mg So ₄ L ⁻¹	93.6	1000
Cloruros	mg Cl -/ L ⁻¹	23.10	500
Manganeso	mg Mn L ⁻¹	14.3	0.2
Nitrato	mg NO ₃ L ⁻¹	5.04	100
Alcalinidad	mg CaCO ₃ L ⁻¹	89.80	**
Dureza	mg CaCO ₃ L ⁻¹	150.90	**





Métodos Empleados:

Turbidez.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
pH.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Conductividad.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998, pag. 2.45
Alcalinidad.- Volumétrico, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA - 1992
Aluminio.- Colorimétrico de Eriocromo Cianira R, Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Cloruros.- **Argentométrico**- Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992
Dureza Total.- Volumétrico con EDTA, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992
Hierro Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Nitratos. Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Sulfatos.- **Turbidimétrico** Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Manganeso.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998

Huánuco, 23 de agosto del 2019


Ing. César Antonio Álvarez Espinosa
Reg. CIP: 75748
COORDINADOR DE PRODUCCIÓN
EPS SEDA HUÁNUCO S.A.



PROTOCOLO DE ANÁLISIS

REG.: 0057-19-CP

Solicitante **Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemi Kluchi Suárez**
Producto declarado **Agua superficial**
Nombre de la fuente **Río Higuera a 100 metros aguas debajo de punto de
descarga de las aguas residuales procedente de la
limpieza del Decantador N°01 de la Planta de Tratamiento
N°02 de Cabritopampa de la EPS Seda Huánuco.**
Coordenadas **8901195 S 361721 E**
Recolectado por **El interesado.**
Cantidad de muestra **01 muestra de 01 litro.**
Fecha de muestreo **2019-08-20**
Forma de presentación **Envase de plástico cerrado y refrigerado.**
Fecha de recepción **2019-08-20**
Fecha de inicio del ensayo **2019-08-21**
Fecha de término del ensayo **2019-08-21**
Ensayo realizado por **Ing. César A. Álvarez Espantoso.**
Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemi Kluchi Suárez

Resultado de Análisis:

ANÁLISIS	Unidad	Resultados	Rango según ECA
Turbiedad	NTU	465.8	**
Conductividad	$\mu\text{S}/\text{cm}$	83.77	2500
pH	Valor de ph	7.71	6.5-8.5
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	15.5 $^{\circ}$	3
Aluminio	$\text{mg Al} / \text{L}^{-1}$	10.9	5
Hierro	$\text{mg Fe} / \text{L}^{-1}$	4.56	5
Sulfatos	$\text{mg } \text{SO}_4 / \text{L}^{-1}$	82.36	1000
Cloruros	$\text{mg Cl} / \text{L}^{-1}$	22.15	500
Manganeso	$\text{mg Mn } \text{L}^{-1}$	32.5	0.2
Nitrato	$\text{mg NO}_3 / \text{L}^{-1}$	7.8	100
Alcalinidad	$\text{mg CaCO}_3 / \text{L}^{-1}$	112.3	**
Dureza	$\text{mg CaCO}_3 / \text{L}^{-1}$	404	**





Métodos Empleados:

Turbidez.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
pH.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Conductividad.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998, pag. 2.45
Alcalinidad.- Volumétrico, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA - 1992
Aluminio.- Colorimétrico de Eriocromo Cianira R, Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Cloruros.- **Argentométrico.**- Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992
Dureza Total.- Volumétrico con EDTA, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992
Hierro. Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Nitratos. Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Sulfatos.- **Turbidimétrico** Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Manganeso.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998

Huánuco, 23 de agosto del 2019


Ing. Darío Augusto Alvarez Espantoso
Reg. CIP: 75746
COORDINADOR DE PRODUCCIÓN
EPS SEDA HUÁNUCO S.A.



PROTOCOLO DE ANÁLISIS

REG.: 0058-19-CP

Solicitante	Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemi Kluchi Suárez
Producto declarado	Lodos
Nombre de la fuente	Lodos procedente del Decantador N°01 de la Planta de tratamiento N° 02 Cabritopampa de la EPS Seda Huánuco.
Coordenadas	8901315 S 361745 E
Recolectado por	El interesado.
Cantidad de muestra	01 muestra de 01 litro.
Fecha de muestreo	2019 - 08 - 20
Forma de presentación	Envase de plástico cerrado y refrigerado.
Fecha de recepción	2019 - 08 - 20
Fecha de inicio del ensayo	2019 - 08 - 21
Fecha de término del ensayo	2019 - 08 - 21
Ensayo realizado por	Ing. César A. Álvarez Espantoso.

Resultado de Análisis:



ANÁLISIS	Unidad	Resultados
Aluminio	mg Al/ / L ⁻¹	8.41

Métodos Empleados:

Aluminio.- Colorimétrico de Eriocromo Cianira R, Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998


Ing. César A. Álvarez Espantoso
RUC: CIP: 75746
COORDINADOR DE PRODUCCIÓN
EPS SEDA HUÁNUCO S.A.

Huánuco, 23 de agosto del 2019



PROTOCOLO DE ANÁLISIS

REG.: 0060-19-CP

Solicitante **Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemi Kiuchi Suárez**
Producto declarado **Agua superficial**
Nombre de la fuente **Río Higuera a 100 metros aguas arriba del punto de descarga de las aguas residuales de la Planta de Tratamiento Cabritopampa de la EPS Seda Huánuco.**
Coordenadas **8901213 S 361630 E**
Recolectado por **El interesado.**
Cantidad de muestra **01 muestra de 01 litro.**
Fecha de muestreo **2019 - 08 - 26**
Forma de presentación **Envase de plástico cerrado y refrigerado.**
Fecha de recepción **2019 - 08 - 26**
Fecha de inicio del ensayo **2019 - 08 - 27**
Fecha de término del ensayo **2019 - 08 - 27**
Ensayo realizado por **Ing. César A. Álvarez Espantoso.**
Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemi Kiuchi Suárez

Resultado de Análisis:

ANÁLISIS	Unidad	Resultados	Rango según ECA
Turbiedad	NTU	99.8	**
Conductividad	$\mu\text{S/cm}$	136.9	2500
pH	Valor de ph	7.79	6.5-8.5
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	15.5 $^{\circ}$	3
Aluminio	$\text{mg Al} / \text{L}^{-1}$	0.03	5
Hierro	$\text{mg Fe} / \text{L}^{-1}$	0.491	5
Sulfatos	$\text{mg So}_4 \text{L}^{-1}$	5.21	1000
Cloruros	$\text{mg Cl}^{-} / \text{L}^{-1}$	17.8	500
Manganeso	mg Mn L^{-1}	0.412	0.2
Nitrato	$\text{mg NO}_3 \text{L}^{-1}$	2.39	100
Alcalinidad	$\text{mg CaCO}_3 \text{L}^{-1}$	109.7	**
Dureza	$\text{mg CaCO}_3 \text{L}^{-1}$	101.6	**





EPS SEDA HUÁNUCO S.A.

Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Municipal de Agua Potable
y Alcantarillado de Huánuco Sociedad Anónima.
LABORATORIO.



Métodos Empleados:

Turbidez.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
pH.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Conductividad.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998, pag. 2.45
Alcalinidad.- Volumétrico, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA - 1992
Aluminio.- Colorimétrico de Eriocromo Cianira R, Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Cloruros.- **Argentométrico.**- Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992
Dureza Total.- Volumétrico con EDTA, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992
Hierro. Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Nitritos. Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Sulfatos.- **Turbidimétrico** Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Manganeso.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998

Huánuco, 30 de agosto del 2019


Ing. César Augusto Álvarez Espantoso
Roe. CIP: 75746
COORDINADOR DE PRODUCCIÓN
EPS SEDA HUÁNUCO S.A.



PROTOCOLO DE ANÁLISIS

REG.: 0061-19-CP

Solicitante	Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemi Kiuchi Suárez
Producto declarado	Agua superficial
Nombre de la fuente	Punto de descarga de las aguas residuales procedente del lavado de Filtro N°01 de la Planta de Tratamiento N°02 de Cabritopampa de la EPS Seda Huánuco.
Coordenadas	8901208 S 361675 E
Recolectado por	El interesado.
Cantidad de muestra	01 muestra de 01 litro.
Fecha de muestreo	2019 - 08 - 26
Forma de presentación	Envase de plástico cerrado y refrigerado.
Fecha de recepción	2019 - 08 - 26
Fecha de inicio del ensayo	2019 - 08 - 27
Fecha de término del ensayo	2019 - 08 - 27
Ensayo realizado por	Ing. César A. Álvarez Espantoso. Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemi Kiuchi Suárez

Resultado de Análisis:

ANÁLISIS	Unidad	Resultados	Rango según ECA
Turbiedad	NTU	513	**
Conductividad	$\mu\text{S}/\text{cm}$	87.6	2500
pH	Valor de ph	7.79	6.5-8.5
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	14.9°	3
Aluminio	$\text{mg Al} / \text{L}^{-1}$	9.78	5
Hierro	$\text{mg Fe} / \text{L}^{-1}$	6.13	5
Sulfatos	$\text{mg So}_4 \text{L}^{-1}$	5.09	1000
Cloruros	$\text{mg Cl}^{-} / \text{L}^{-1}$	18.5	500
Manganeso	mg Mn L^{-1}	13.9	0.2
Nitrato	$\text{mg NO}_3 \text{L}^{-1}$	4.15	100
Alcalinidad	$\text{mg CaCO}_3 \text{L}^{-1}$	96.3	**
Dureza	$\text{mg CaCO}_3 \text{L}^{-1}$	119.3	**





EPS SEDA HUÁNUCO S.A.

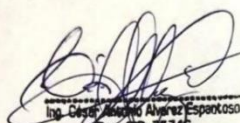
Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Municipal de Agua Potable
y Alcantarillado de Huánuco Sociedad Anónima.
LABORATORIO.



Métodos Empleados:

Turbidez.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
pH.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Conductividad.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998, pag. 2.45
Alcalinidad.- Volumétrico, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA - 1992
Aluminio.- Colorimétrico de Eriocromo Cianira R, Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Cloruros.- **Argentométrico**- Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992
Dureza Total.- Volumétrico con EDTA, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992
Hierro Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Nitratos. Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Sulfatos.- **Turbidimétrico** Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Manganeso.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998

Huánuco, 30 de agosto del 2019


Ing. César Alberto Álvarez Espinosa
Reg. O.P. 75746
COORDINADOR DE PRODUCCIÓN
EPS SEDA HUÁNUCO S.A.



PROTOCOLO DE ANÁLISIS

REG.: 0062-19-CP

Solicitante	Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemi Kiuchi Suárez
Producto declarado	Agua superficial
Nombre de la fuente	Río Higuera a 100 metros aguas debajo de punto de descarga de las aguas residuales procedente del lavado de Filtros N°01 de la Planta de Tratamiento N°02 de Cabritopampa de la EPS Seda Huánuco.
Coordenadas	8901195 S 361721 E
Recolectado por	El interesado.
Cantidad de muestra	01 muestra de 01 litro.
Fecha de muestreo	2019 - 08 - 26
Forma de presentación	Envase de plástico cerrado y refrigerado.
Fecha de recepción	2019 - 08 - 26
Fecha de inicio del ensayo	2019 - 08 - 27
Fecha de término del ensayo	2019 - 08 - 27
Ensayo realizado por	Ing. César A. Álvarez Espantoso. Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemi Kiuchi Suárez

Resultado de Análisis:

ANÁLISIS	Unidad	Resultados	Rango según ECA
Turbiedad	NTU	213	**
Conductividad	$\mu\text{S}/\text{cm}$	115.6	2500
pH	Valor de ph	7.78	6.5-8.5
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	14.5°	3
Aluminio	$\text{mg Al} / \text{L}^{-1}$	6.78	5
Hierro	$\text{mg Fe} / \text{L}^{-1}$	4.08	5
Sulfatos	$\text{mg So}_4 \text{L}^{-1}$	55.09	1000
Cloruros	$\text{mg Cl}^{-} / \text{L}^{-1}$	16.3	500
Manganeso	mg Mn L^{-1}	9.8	0.2
Nitrato	$\text{mg NO}_3 \text{L}^{-1}$	5.36	100
Alcalinidad	$\text{mg CaCO}_3 \text{L}^{-1}$	116.3	**
Dureza	$\text{mg CaCO}_3 \text{L}^{-1}$	102.6	**





EPS SEDA HUÁNUCO S.A.

Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Municipal de Agua Potable
y Alcantarillado de Huánuco Sociedad Anónima.
LABORATORIO.



Métodos Empleados:

Turbidez.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
pH.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Conductividad.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998, pag. 2.45
Alcalinidad.- Volumétrico, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA - 1992
Aluminio.- Colorimétrico de Eriocromo Cianira R, Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Cloruros.- Argentométrico- Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992
Dureza Total.- Volumétrico con EDTA, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992
Hierro Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Nitratos. Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Sulfatos.- Turbidimétrico Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Manganeso.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998

Huánuco, 30 de agosto del 2019


Ing. Carlos Alberto Álvarez Espantoso
Reg. CIP: 76746
COORDINADOR DE PRODUCCIÓN
EPS SEDA HUÁNUCO S.A.

SEMBREMOS UN ÁRBOL.

Protejamos el medio ambiente imprimiendo por ambas caras del papel.

Planta de Tratamiento ☎ (062) 512234; 📠 941723133 y 936775564.

Página 6 de 7



PROTOCOLO DE ANÁLISIS

REG.: 0043-19-CP

Solicitante	Bach. Ing. Amb. Rosbeli Akemi Kiuchi Suárez
Producto declarado	Agua con lodos
Nombre de la fuente	Agua con lodos del Filtro N°01 de la Planta de tratamiento N° 02 Cabritopampa de la EPS Seda Huánuco. Cabritopampa.
Coordenadas	8901333 S 361741 E
Recolectado por	El interesado.
Cantidad de muestra	01 muestra de 01 litro.
Fecha de muestreo	2019 - 08 - 26
Forma de presentación	Envase de plástico cerrado y refrigerado.
Fecha de recepción	2019 - 08 - 26
Fecha de inicio del ensayo	2019 - 08 - 27
Fecha de término del ensayo	2019 - 08 - 27
Ensayo realizado por	Ing. César A. Álvarez Espantoso. Bach. Ing. Amb. Rosbeli Akemi Kiuchi Suárez

Resultado de Análisis:



ANÁLISIS	Unidad	Resultados
Aluminio	mg Al/ / L ⁻¹	7.69

Métodos Empleados:

Aluminio.- Colorimétrico de Eriocromo Cianira R, Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998


Ing. César Antonio Álvarez Espantoso
Reg. CIP: 75746
COORDINADOR DE PRODUCCIÓN
EPS SEDA HUÁNUCO S.A.

Huánuco, 30 de agosto del 2019



PROTOCOLO DE ANÁLISIS

REG.: 0070-19-CP

Solicitante	Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemi Kiuchi Suárez
Producto declarado	Agua superficial
Nombre de la fuente	Río Higuera a 100 metros aguas arriba del punto de descarga de las aguas residuales de la Planta de Tratamiento Cabritopampa de la EPS Seda Huánuco.
Coordenadas	8901213 S 361630 E
Recolectado por	El interesado.
Cantidad de muestra	01 muestra de 01 litro.
Fecha de muestreo	2019 - 09 - 25
Forma de presentación	Envase de plástico cerrado y refrigerado.
Fecha de recepción	2019 - 09 - 25
Fecha de inicio del ensayo	2019 - 09 - 25
Fecha de término del ensayo	2019 - 09 - 26
Ensayo realizado por	Ing. César A. Álvarez Espantoso. Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemi Kiuchi Suárez

Resultado de Análisis:

ANÁLISIS	Unidad	Resultados	Rango según ECA
Turbiedad	NTU	95.8	**
Conductividad	$\mu\text{S}/\text{cm}$	89.67	2500
pH	Valor de ph	7.90	6.5-8.5
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	14.8	3
Aluminio	$\text{mg Al} / \text{L}^{-1}$	0.09	5
Hierro	$\text{mg Fe} / \text{L}^{-1}$	0.974	5
Sulfatos	$\text{mg } \text{SO}_4 / \text{L}^{-1}$	7.56	1000
Cloruros	$\text{mg Cl}^{-} / \text{L}^{-1}$	29.17	500
Manganeso	$\text{mg Mn } \text{L}^{-1}$	0.987	0.2
Nitrato	$\text{mg NO}_3 / \text{L}^{-1}$	0.541	100
Alcalinidad	$\text{mg CaCO}_3 / \text{L}^{-1}$	114.2	**
Dureza	$\text{mg CaCO}_3 / \text{L}^{-1}$	124.7	**





EPS SEDA HUÁNUCO S.A.

Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Municipal de Agua Potable
y Alcantarillado de Huánuco Sociedad Anónima.
LABORATORIO.



Métodos Empleados:

Turbidez.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998

pH.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998

Conductividad.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998, pag. 2.45

Alcalinidad.- Volumétrico, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA - 1992

Aluminio.- Colorimétrico de Eriocromo Cianira R, Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998

Cloruros.- **Argentométrico.**- Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992

Dureza Total.- Volumétrico con EDTA, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992

Hierro Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998

Nitratos. Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998

Sulfatos.- **Turbidimétrico** Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998

Manganeso.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998

Huánuco, 30 de setiembre del 2019

Ing. Carlos Antonio Espinoza
Red-058/75748
COORDINADOR DE PRODUCCIÓN
EPS SEDA HUÁNUCO S.A.



PROTOCOLO DE ANÁLISIS

REG.: 0071-19-CP

Solicitante **Bach. Ing. Amb. Rosbeli Akemi Kiuchi Suárez**
Producto declarado Agua superficial
Nombre de la fuente Punto de descarga de las aguas residuales procedente de la
limpieza del Decantador N°02 de la Planta de Tratamiento N°01
de Cabritopampa de la EPS Seda Huánuco.
Coordenadas 8901208 S 361675 E
Recolectado por El interesado.
Cantidad de muestra 01 muestra de 01 litro.
Fecha de muestreo 2019 - 09 - 25
Forma de presentación Envase de plástico cerrado y refrigerado.
Fecha de recepción 2019 - 09 - 25
Fecha de inicio del ensayo 2019 - 09 - 26
Fecha de término del ensayo 2019 - 09 - 26
Ensayo realizado por **Ing. César A. Álvarez Espantoso.**
Bach. Ing. Amb. Rosbeli Akemi Kiuchi Suárez

Resultado de Análisis:

ANÁLISIS	Unidad	Resultados	Rango según ECA
Turbiedad	NTU	587	**
Conductividad	$\mu\text{S}/\text{cm}$	97.63	2500
pH	Valor de ph	7.89	6.5-8.5
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	14.7°	3
Aluminio	$\text{mg Al} / \text{L}^{-1}$	29.98	5
Hierro	$\text{mg Fe} / \text{L}^{-1}$	5.60	5
Sulfatos	$\text{mg } \text{SO}_4 / \text{L}^{-1}$	85.70	1000
Cloruros	$\text{mg Cl}^{-} / \text{L}^{-1}$	23.50	500
Manganeso	$\text{mg Mn } \text{L}^{-1}$	14.56	0.2
Nitrato	$\text{mg NO}_3 \text{L}^{-1}$	1.589	100
Alcalinidad	$\text{mg CaCO}_3 \text{L}^{-1}$	78.9	**
Dureza	$\text{mg CaCO}_3 \text{L}^{-1}$	413.5	**





EPS SEDA HUÁNUCO S.A.

Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Municipal de Agua Potable
y Alcantarillado de Huánuco Sociedad Anónima.
LABORATORIO.



Métodos Empleados:

Turbidez.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
pH.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Conductividad.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998, pag. 2.45
Alcalinidad.- Volumétrico, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA - 1992
Aluminio.- Colorimétrico de Eriocromo Cianira R, Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Cloruros.- **Argentométrico.**- Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992
Dureza Total.- Volumétrico con EDTA, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992
Hierro. Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Nitratos. Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Sulfatos.- **Turbidimétrico** Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Manganeso.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998

Huánuco, 30 de setiembre del 2019


Ing. César Augusto Álvarez Espantoso
Reg. CIP: 75946
COORDINADOR DE PRODUCCIÓN
EPS SEDA HUÁNUCO S.A.



PROTOCOLO DE ANÁLISIS

REG.: 0073-19-CP

Solicitante	Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemi Kiuchi Suárez
Producto declarado	Agua superficial
Nombre de la fuente	Río Higuera a 100 metros aguas abajo del punto de descarga de las aguas residuales procedente de la limpieza de decantador de la Planta de Tratamiento Cabritopampa.
Coordenadas	8901195 S 361721 E
Recolectado por	El interesado.
Cantidad de muestra	01 muestra de 01 litro.
Fecha de muestreo	2019 - 09 - 25
Forma de presentación	Envase de plástico cerrado y refrigerado.
Fecha de recepción	2019 - 09 - 25
Fecha de inicio del ensayo	2019 - 09 - 26
Fecha de término del ensayo	2019 - 09 - 26
Ensayo realizado por	Ing. César A. Álvarez Espantoso. Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemi Kiuchi Suárez

Resultado de Análisis:

ANÁLISIS	Unidad	Resultados	Rango según ECA
Turbiedad	NTU	397.5	**
Conductividad	$\mu\text{S}/\text{cm}$	88.65	2500
pH	Valor de ph	7.74	6.5-8.5
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	15.6 $^{\circ}$	3
Aluminio	$\text{mg Al} / \text{L}^{-1}$	9.97	5
Hierro	$\text{mg Fe} / \text{L}^{-1}$	3.974	5
Sulfatos	$\text{mg So}_4 \text{L}^{-1}$	69.8	1000
Cloruros	$\text{mg Cl}^{-} / \text{L}^{-1}$	21.95	500
Manganeso	mg Mn L^{-1}	15.70	0.2
Nitrato	$\text{mg NO}_3 \text{L}^{-1}$	1.109	100
Alcalinidad	$\text{mg CaCO}_3 \text{L}^{-1}$	113.2	**
Dureza	$\text{mg CaCO}_3 \text{L}^{-1}$	235.6	**





EPS SEDA HUÁNUCO S.A.
Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Municipal de Agua Potable
y Alcantarillado de Huánuco Sociedad Anónima.
LABORATORIO.



Métodos Empleados:

Turbidez.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
pH.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Conductividad.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998, pag. 2.45
Alcalinidad.- Volumétrico, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA - 1992
Aluminio.- Colorimétrico de Eriocromo Cianina R, Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Cloruros.- **Argentométrico.**- Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992
Dureza Total.- Volumétrico con EDTA, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992
Hierro. Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Nitratos. Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Sulfatos.- **Turbidimétrico.** Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Manganeso.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998

Huánuco, 30 de setiembre del 2019


Ing. César Augusto Álvarez Espantoso
Reg. CIP: 75748
COORDINADOR DE PRODUCCIÓN
EPS SEDA HUÁNUCO S.A.



EPS SEDA HUÁNUCO S.A.

Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Municipal de Agua Potable
y Alcantarillado de Huánuco Sociedad Anónima.
LABORATORIO.



PROTOCOLO DE ANÁLISIS

REG.: 0074-19-CP

Solicitante	Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemí Kiuchi Suárez
Producto declarado	Lodos
Nombre de la fuente	Lodos procedente del Decantador N°02 de la Planta de tratamiento N° 01 Cabritopampa de la EPS Seda Huánuco. Cabritopampa.
Coordenadas	8901315 S 361745 E
Recolectado por	El interesado.
Cantidad de muestra	01 muestra de 01 litro.
Fecha de muestreo	2019 - 09 - 25
Forma de presentación	Envase de plástico cerrado y refrigerado.
Fecha de recepción	2019 - 09 - 25
Fecha de inicio del ensayo	2019 - 09 - 26
Fecha de término del ensayo	2019 - 09 - 26
Ensayo realizado por	Ing. César A. Álvarez Espantoso. Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemí Kiuchi Suárez

Resultado de Análisis:



ANÁLISIS	Unidad	Resultados
Aluminio	mg Al/ / L ⁻¹	8.69

Métodos Empleados:

Aluminio.- Colorimétrico de Eriocromo Cianira R, Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998


Ing. César A. Álvarez Espantoso
Reg. CP: 75746
COORDINADOR DE PRODUCCIÓN
EPS SEDA HUÁNUCO S.A.

Huánuco, 30 de setiembre del 2019

SEMBREMOS UN ÁRBOL.

Protejamos el medio ambiente imprimiendo por ambas caras del papel.

Planta de Tratamiento ☎(062) 512234; 📠 941723133 y 936775564.

Página 7 de 7



PROTOCOLO DE ANÁLISIS

REG.: 0075-19-CP

Solicitante	Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemí Kiuchi Suárez
Producto declarado	Agua superficial
Nombre de la fuente	Río Higuera a 100 metros aguas arriba del punto de descarga de las aguas residuales de la Planta de Tratamiento Cabritopampa de la EPS Seda Huánuco.
Coordenadas	8901213 S 361630 E
Recolectado por	El interesado.
Cantidad de muestra	01 muestra de 01 litro.
Fecha de muestreo	2019 - 09 - 24
Forma de presentación	Envase de plástico cerrado y refrigerado.
Fecha de recepción	2019 - 09 - 24
Fecha de inicio del ensayo	2019 - 09 - 25
Fecha de término del ensayo	2019 - 09 - 25
Ensayo realizado por	Ing. César A. Álvarez Espantoso. Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemí Kiuchi Suárez

Resultado de Análisis:

ANÁLISIS	Unidad	Resultados	Rango según ECA
Turbiedad	NTU	109.15	**
Conductividad	$\mu\text{S}/\text{cm}$	124.9	2500
pH	Valor de ph	7.76	6.5-8.5
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	15.6 $^{\circ}$	3
Aluminio	$\text{mg Al} / \text{L}^{-1}$	0.018	5
Hierro	$\text{mg Fe} / \text{L}^{-1}$	0.697	5
Sulfatos	$\text{mg So}_4 \text{L}^{-1}$	6.56	1000
Cloruros	$\text{mg Cl}^{-} / \text{L}^{-1}$	22.84	500
Manganeso	mg Mn L^{-1}	1.97	0.2
Nitrato	$\text{mg NO}_3 \text{L}^{-1}$	4.92	100
Alcalinidad	$\text{mg CaCO}_3 \text{L}^{-1}$	80.60	**
Dureza	$\text{mg CaCO}_3 \text{L}^{-1}$	102.30	**





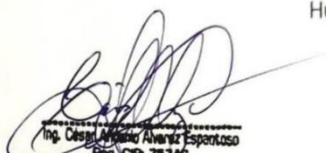
EPS SEDA HUÁNUCO S.A.
Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Municipal de Agua Potable
y Alcantarillado de Huánuco Sociedad Anónima.
LABORATORIO.



Métodos Empleados:

Turbidez.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
pH.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Conductividad.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998, pag. 2.45
Alcalinidad.- Volumétrico, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA - 1992
Aluminio.- Colorimétrico de Eriocromo Cianira R, Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Cloruros.- **Argentométrico.**- Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992
Dureza Total.- Volumétrico con EDTA, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992
Hierro. Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Nitratos. Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Sulfatos.- **Turbidimétrico** Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Manganeso.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998

Huánuco, 30 de setiembre del 2019


Ing. César Alvarado Álvarez Espantoso
Rég. ICIP: 75746
COORDINADOR DE PRODUCCIÓN
EPS SEDA HUÁNUCO S.A.



PROTOCOLO DE ANÁLISIS

REG.: 0076-19-CP

Solicitante	Bach. Ing. Amb. Rosbeli Akemi Kiuchi Suárez
Producto declarado	Agua superficial
Nombre de la fuente	Punto de descarga de las aguas residuales procedente del lavado de Filtro N°3 de la Planta de Tratamiento N°01 de Cabritopampa de la EPS Seda Huánuco.
Coordenadas	8901208 S 361675 E
Recolectado por	El interesado.
Cantidad de muestra	01 muestra de 01 litro.
Fecha de muestreo	2019 - 09 - 24
Forma de presentación	Envase de plástico cerrado y refrigerado.
Fecha de recepción	2019 - 09 - 24
Fecha de inicio del ensayo	2019 - 09 - 25
Fecha de término del ensayo	2019 - 09 - 25
Ensayo realizado por	Ing. César A. Álvarez Espantoso. Bach. Ing. Amb. Rosbeli Akemi Kiuchi Suárez

Resultado de Análisis:

ANÁLISIS	Unidad	Resultados	Rango según ECA
Turbiedad	NTU	536.9	**
Conductividad	$\mu\text{S}/\text{cm}$	105.36	2500
pH	Valor de ph	7.87	6.5-8.5
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	15.5 $^{\circ}$	3
Aluminio	$\text{mg Al} / \text{L}^{-1}$	10.06	5
Hierro	$\text{mg Fe} / \text{L}^{-1}$	8.97	5
Sulfatos	$\text{mg So}_4 \text{ L}^{-1}$	9.67	1000
Cloruros	$\text{mg Cl} - / \text{L}^{-1}$	29.2	500
Manganeso	mg Mn L^{-1}	19.87	0.2
Nitrato	$\text{mg NO}_3 \text{ L}^{-1}$	6.77	100
Alcalinidad	$\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	95.30	**
Dureza	$\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	114.60	**





Métodos Empleados:

Turbidez.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
pH.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Conductividad.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998, pag. 2.45
Alcalinidad.- Volumétrico, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA - 1992
Aluminio.- Colorimétrico de Eriocromo Cianira R, Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Cloruros.- **Argentométrico**- Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992
Dureza Total.- Volumétrico con EDTA, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992
Hierro Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Nitratos Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Sulfatos.- **Turbidimétrico** Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Manganeso.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998

Huánuco, 30 de setiembre del 2019


Cgo. César Aguilar Álvarez Espantoso
Reg. CIP: 75746
COORDINADOR DE PRODUCCIÓN
EPS SEDA HUÁNUCO S.A.



PROTOCOLO DE ANÁLISIS

REG.: 0077-19-CP

Solicitante	Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemí Kiuchi Suárez
Producto declarado	Agua superficial
Nombre de la fuente	Río Higuera a 100 metros aguas debajo de punto de descarga de las aguas residuales procedente del lavado de Filtro N°03 de la Planta de Tratamiento N°01 de Cabritopampa de la EPS Seda Huánuco.
Coordenadas	8901195 S 361721 E
Recolectado por	El interesado.
Cantidad de muestra	01 muestra de 01 litro.
Fecha de muestreo	2019 - 09 - 24
Forma de presentación	Envase de plástico cerrado y refrigerado.
Fecha de recepción	2019 - 09 - 24
Fecha de inicio del ensayo	2019 - 09 - 25
Fecha de término del ensayo	2019 - 09 - 25
Ensayo realizado por	Ing. César A. Álvarez Espantoso. Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemí Kiuchi Suárez

Resultado de Análisis:

ANÁLISIS	Unidad	Resultados	Rango según ECA
Turbiedad	NTU	236.9	**
Conductividad	$\mu\text{S}/\text{cm}$	110.6	2500
pH	Valor de ph	8.02	6.5-8.5
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	15.4 $^{\circ}$	3
Aluminio	$\text{mg Al} / \text{L}^{-1}$	7.94	5
Hierro	$\text{mg Fe} / \text{L}^{-1}$	6.56	5
Sulfatos	$\text{mg } \text{SO}_4 \text{ L}^{-1}$	49.67	1000
Cloruros	$\text{mg Cl}^{-} / \text{L}^{-1}$	13.58	500
Manganeso	mg Mn L^{-1}	10.87	0.2
Nitrato	$\text{mg NO}_3 \text{ L}^{-1}$	3.87	100
Alcalinidad	$\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	115.30	**
Dureza	$\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	103.5	**





EPS SEDA HUÁNUCO S.A.
Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Municipal de Agua Potable
y Alcantarillado de Huánuco Sociedad Anónima.
LABORATORIO.



Métodos Empleados:

Turbidez.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
pH.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Conductividad.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998, pag. 2.45
Alcalinidad.- Volumétrica, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA - 1992
Aluminio.- Colorimétrico de Eriocromo Cianina R, Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Cloruros.- Argentométrico- Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992
Dureza Total.- Volumétrico con EDTA, Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA, 1992
Hierro. Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Nitratos. Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Sulfatos.- Turbidimétrico Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998
Manganeso.- Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998

Huánuco, 30 de setiembre del 2019



Rg. César Augusto Álvarez Espinosa
Reg. OP. 75746
COORDINADOR DE PRODUCCIÓN
EPS SEDA HUÁNUCO S.A.

SEMBREMOS UN ÁRBOL

Protejamos el medio ambiente imprimiendo por ambas caras del papel.

Planta de Tratamiento ☎ (062) 512234; 📠 941723133 y 936775564.

Página 6 de 7



PROTOCOLO DE ANÁLISIS

REG.: 0078-19-CP

Solicitante **Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemí Kluchi Suárez**
Producto declarado **Agua con lodos**
Nombre de la fuente **Agua con lodos del Filtro N°03 de la Planta de tratamiento N° 01
Cabritopampa de la EPS Seda Huánuco.**
Coordenadas **8901315 S 361745 E**
Recolectado por **El interesado.**
Fecha de muestreo **2019 - 09 - 24**
Forma de presentación **Envase de plástico cerrado y refrigerado.**
Fecha de recepción **2019 - 09 - 24**
Fecha de inicio del ensayo **2019 - 09 - 25**
Fecha de término del ensayo **2019 - 09 - 25**
Ensayo realizado por **Ing. César A. Álvarez Espantoso.**
Bach. Ing. Amb. Rosbell Akemí Kluchi Suárez

Resultado de Análisis:



ANÁLISIS	Unidad	Resultados
Aluminio	mg Al/ / L ⁻¹	7.53

Métodos Empleados:

Aluminio.- Colorimétrico de Eriocromo Cianira R, Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Edition, 1998

Ing. César A. Álvarez Espantoso
Reg. CIP: 75746
COORDINADOR DE PRODUCCIÓN
EPS SEDA HUÁNUCO S.A.

Huánuco, 30 de setiembre del 2019

ANEXO 10. CERTIFICADO DE LA EPS SEDA HUÁNUCO S.A DE PRUEBAS DE CAMPO Y ANALISIS DE LABORATORIO



EPS SEDA HUÁNUCO S.A.
Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Municipal de Agua Potable y
Alcantarillado de Huánuco Sociedad Anónima.
COORDINACIÓN DE PRODUCCIÓN



“Año de la Lucha Contra la Corrupción e Impunidad”

**EL QUE SUSCRIBE, COORDINADOR DE PRODUCCIÓN DE LA
EPS SEDA HUÁNUCO S.A.**

CERTIFICA

Que, la Srta. Bachiller en Ingeniería Ambiental **ROSBELI AKEMI KIUCHI SUÁREZ**, ha realizado pruebas de campo y análisis en los laboratorios de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de la EPS SEDA HUÁNUCO S.A., del 02 de julio al 30 de setiembre del 2019, para su Proyecto de Tesis: **“EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL ALUMINIO RESIDUAL EN LODOS DEL DECANTADOR Y FILTROS QUE VIERTEN AL RÍO HIGUERAS LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE CABRITOPAMPA DE LA EPS SEDA HUÁNUCO 2019”**.

Se expide el presente certificado a solicitud de la interesada para los fines que crea conveniente.

Huánuco, 03 de octubre del 2019



EPS SEDA HUÁNUCO S.A.

Ing. César Antonio Álvarez Espantoso
Reg. CIP 75746
Coordinador de Producción

SEMBREMOS UN ÁRBOL. Protejamos el medio ambiente imprimiendo por ambas caras del papel.
Planta de Tratamiento ☎(062) 512234; 📠 941723133 y 936775564.

ANEXO 11. RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 572-2019-CF-FI-UDH

Huánuco, 05 de Julio de 2019

Visto, el Oficio N° 463-2019-C-EAPIA-FI-UDH, del Coordinador Académico de Ingeniería Ambiental, referente a **Rosbeli Akemi, KIUCHI SUAREZ**, del Programa Académico Ingeniería Ambiental Facultad de Ingeniería, quien solicita Aprobación del Proyecto de Investigación;

CONSIDERANDO:

Que, según Resolución N° 529-99-CO-UH, de fecha 06.09.99, se aprueba el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería, vigente;

Que, según el Expediente 1723-19, del Programa Académico de, Ingeniería Ambiental, Informa que el Proyecto de Investigación Presentado por **Rosbeli Akemi, KIUCHI SUAREZ**, ha sido aprobado, y

Que, según Oficio N° 463-2019-C-EAPIA-FI-UDH, del Presidente de la Comisión de Grados y Títulos del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, Informa que el recurrente ha cumplido con levantar las observaciones hechas por la Comisión de Grados y Títulos, respecto al Proyecto de Investigación; y

Estando a lo acordado por el Consejo de Facultad de fecha 05 de Julio de 2019 y normado en el Estatuto de la Universidad, Art. N° 44 inc.r);

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Proyecto de Investigación Titulado:
“EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL ALUMINIO RESIDUAL EN LODOS DEL DECANTADOR Y FILTROS QUE VIERTEN AL RÍO HIGUERAS LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE CABRITOPAMPA DE LA EPS SEDA HUÁNUCO - 2019” presentado por **Rosbeli Akemi, KIUCHI SUAREZ** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental del Programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Huánuco.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CONSEJO DE FACULTAD
[Signature]
Ing. JOHNNY P. JACHA ROJAS
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
[Signature]
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería – EAPIA – Asesor – Exp. Graduando – Interesado – Archivo.
BCR/JJR.

ANEXO 12. RESOLUCIÓN DE DESIGNACIÓN DE ASESOR DE TESIS

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 036-2018-D-FI-UDH

Huánuco, 19 de febrero de 2018

Visto, el Expediente N° 142-18, presentado por la estudiante **Rosbeli Akemi, KIUCHI SUAREZ** del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, quién desarrollará el proyecto de Tesis, solicita Asesor de Tesis.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art. 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 142-18, de la estudiante **Rosbeli Akemi, KIUCHI SUAREZ**, quién desarrollará el proyecto de Tesis, solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone al Ing. Simeón Edmundo Calixto Vargas, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27° y 28° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Único.- DESIGNAR, como Asesor de Tesis de la estudiante **Rosbeli Akemi, KIUCHI SUAREZ** al Ing. Simeón Edmundo Calixto Vargas, Docente del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería.

Regístrese, comuníquese, archívese



Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIA - Asesor - Exp. Graduando - Mat. y Reg. Acad. - File Personal - Interesado - Archivo.
RSG/jpjr/nto