



Universidad **César Vallejo**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tiempo y concentración del coagulante Huaracco (*Opuntia Floccosa*) en el tratamiento de aguas contaminadas por hierro y plomo.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Gomez Ramos, Yesinia Midalid (ORCID: 0000-0002-4663-1348)

Paytan Huayllani, Juan Giovanni (ORCID: 0000-0002-3898-5744)

ASESOR:

Mg. Pillpa Aliaga, Freddy (ORCID: 0000-0002-8312-6973)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

Gómez Ramos, Yesinia Midalid

A mi familia, quienes fueron el principal motor para mi superación profesional, de la misma manera a mis amigos, colegas y compañeros quienes fueron parte de este logro.

Paytan Huayllani, Juan Giovanni

A mi padre, madre y hermanos quienes apoyaron mi educación superior y me dieron las pautas para seguir adelante y lograr este reto en la vida de ser un profesional.

Agradecimiento

A Dios, por permitir que logremos nuestras metas y sueños trazados en la vida.

A nuestros padres, quienes desde el primer momento de nuestra formación académica nos apoyaron constantemente y es por ello que hoy estamos cumpliendo uno más de nuestras metas trazadas.

A la Universidad César Vallejo, a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y de mi especial consideración a la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, quienes fueron una parte fundamental para nuestro desarrollo profesional, tanto los docentes como compañeros del aula nos brindaron los conocimientos y experiencias necesarias para nuestro desarrollo como persona y profesional.

A nuestro asesor de investigación MG.SC. Pillpa Aliaga, Freddy, quien nos brindó las pautas necesarias para el desarrollo de la investigación.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	35
3.1. Tipo y diseño de investigación	35
3.2. Variables y Operacionalización.....	37
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.....	37
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	39
3.5. Procedimientos	42
3.6. Métodos de análisis de datos.....	48
3.7. Aspectos éticos	49
IV. RESULTADOS	49
V. DISCUSIÓN	98
VI. CONCLUSIONES	107
VII. RECOMENDACIONES	109
REFERENCIAS	111
ANEXOS	120

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de drenajes en función del pH y el potencial de acidez/alcalinidad de los minerales.....	19
Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos de la misma forma biológicos que son afectados por contaminantes.	24
Tabla 3. Datos del metal hierro.....	24
Tabla 4. Información del metal pesado plomo.	25
Tabla 5. Evaluación de la caracterización en laboratorio de la especie <i>Opuntia</i> como coagulante en aguas acidas de mina.....	32
Tabla 6. Análisis Fisicoquímico de la especie usada en la presente investigación	49
Tabla 7. Base de datos del peso inicial con el peso final de la especie utilizada como coagulante.....	49
Tabla 8. Análisis de la muestra tamizada según su peso	50
Tabla 9. Caracterización fisicoquímica del agua acida de mina.....	50
Tabla 10. Resultados del parámetro hierro en el tratamiento con <i>opuntia</i> en 2 minutos de prueba de jarras.....	50
Tabla 11. Resultados de la remoción del metal pesado hierro en 2 minutos con la especie <i>opuntia</i> como coagulante.....	50
Tabla 12. Resultado de la concentración del metal pesado hierro a un tiempo de cinco minutos de coagulación en la prueba de jarras	51
Tabla 13. Resultados de la remoción del metal pesado hierro en cinco minutos de coagulación en la prueba de jarras.....	51
Tabla 14. Resultado de la concentración del metal pesado hierro a un tiempo de ocho minutos de coagulación en la prueba de jarras	51
Tabla 15. Resultados de la remoción del metal pesado hierro en ocho minutos de coagulación en la prueba de jarras.....	52
Tabla 16. Remoción del metal pesado de hierro considerando los tres tiempos y cinco concentraciones de coagulación en el tratamiento de aguas acidas de minas.....	52
Tabla 17. Concentración de plomo en un tiempo de coagulación de 2 min.	53
Tabla 18. Porcentaje de remoción de plomo en un tiempo de 2 min.....	53
Tabla 19. Concentración de plomo en un tiempo de coagulación de 5 min.	54
Tabla 20. Porcentaje de remoción de plomo en un tiempo de 5 min.....	54
Tabla 21. Concentración de plomo en un tiempo de coagulación de 8 min.	54
Tabla 22. Porcentaje de remoción de plomo en un tiempo de 8 min.....	55
Tabla 23. Porcentaje de remoción de plomo en 5 concentraciones y 3 tiempos.	55
Tabla 24. Remoción del hierro en diferentes concentraciones (10, 20, 30, 50 y 70 ppm) y tiempos (2, 5 y 8 min).	57
Tabla 25. Datos de eficiencia de remoción del plomo.....	63
Tabla 26. Prueba de normalidad con el estadístico de Shapiro-Wilk.	69
Tabla 27. Prueba para verificación de la existencia de un tiempo y concentración de concentración.	69
Tabla 28. Valores de la prueba estadística.....	70

Tabla 29. Prueba para la contratación de la hipótesis general utilizando las pruebas de efectos inter-sujetos.....	73
Tabla 30. Prueba de normalidad por Shapiro Wilk.....	74
Tabla 31. Prueba de homogeneidad de varianza.....	75
Tabla 32. Prueba de análisis de varianza.....	76
Tabla 33. Prueba de Hoc de Tukey.....	78
Tabla 34. prueba de normalidad con el estadístico de Shapiro-Wilk.....	79
Tabla 35. Prueba de homogeneidad de varianza.....	80
Tabla 36. Prueba de análisis de varianza.....	82
Tabla 37. Evaluación de las comparaciones múltiples de Tukey.....	84
Tabla 38. Evaluación de la distribución simétrica o normalidad.....	85
Tabla 39. Evaluación de la homocedasticidad de varianza.....	86
Tabla 40. Prueba de análisis de varianza.....	87
Tabla 41. Prueba de Hoc Tukey para la remoción de hierro.....	90
Tabla 42. Prueba de normalidad con el estadístico Shapiro wilk.....	92
Tabla 43. Prueba de homogeneidad de varianza.....	93
Tabla 44. Prueba estadística para una muestra para la remoción de plomo.....	94
Tabla 45. Prueba de Hoc Tukey para la remoción de plomo.....	96

Índice de figuras

Figura 1. Formación de las aguas acidas de mina.....	20
Figura 2. Etapas en la formación de aguas acidas.....	21
Figura 3. Fuentes de generación de residuos y drenajes ácidos.....	22
Figura 4. Reacciones que caracterizan la oxidación de un sulfuro en la generación de aguas acidas.....	23
Figura 5. Influencia o mecanismo de acción de los coagulantes.....	27
Figura 6. Etapas que suceden en un proceso de la coagulación.....	28
Figura 7. Ubicación y localización del área de estudio.....	43
Figura 8. Ubicación de la muestra de agua acida de mina.....	44
Figura 9. Muestreo de agua acida de mina.....	44
Figura 10. Recolección del coagulante <i>Opuntia Floccosa</i>	45
Figura 11. Preparación del coagulante <i>Opuntia Floccosa</i>	47
Figura 12. Secado y trituración del coagulante <i>Opuntia Floccosa</i>	47
Figura 13. Administración del coagulante <i>Opuntia Floccosa</i>	48
Figura 14. Análisis del tiempo y concentración de coagulación de flocs con coagulante <i>Opuntia Floccosa</i>	48
Figura 15. Remoción de hierro (Fe) en los diferentes tratamientos (concentración – tiempo).....	53
Figura 16. Remoción de plomo (Pb) en los diferentes tratamientos (concentración – tiempo).....	56
Figura 17. Remoción de hierro (Fe) en aguas acidas de la minera con coagulante <i>Opuntia floccosa</i>	59
Figura 18. Variación de la remoción de hierro (Fe) en los diferentes tratamientos (concentración – tiempo), mediante la aplicación del coagulante <i>Opuntia floccosa</i>	61
Figura 19. Remoción de plomo (Pb) en aguas acidas de la minera con coagulante <i>Opuntia floccosa</i>	65
Figura 20. Variación de la remoción de plomo (Pb) en los diferentes tratamientos (concentración – tiempo), mediante la aplicación del coagulante <i>Opuntia floccosa</i>	67
Figura 21. Campana de gauss unilateral de cola derecha para la contratación de la hipótesis general.....	70
Figura 22. Región crítica cola derecha, t calculado $>$ t crítico.....	71
Figura 23. Tabla de distribución de t student.....	71
Figura 24. Campana de gauss bilateral de dos colas para la contratación de la primea hipótesis especifica 1.	76
Figura 25. Región crítica bilateral de dos colas derecha e izquierda, indica que F Calculado $>$ F crítico de la hipótesis especifica 1.	77
Figura 26. Campana de gauss bilateral de dos colas para la contratación de la hipótesis especifica 2.....	81
Figura 27. Región crítica bilateral de dos colas derecha e izquierda, indica que F Calculado $>$ F crítico para la hipótesis 2.....	82
Figura 28. Evaluación bilateral de la Campana de gauss para contrastar la hipótesis estadística con F calculado y tabulado.....	87
Figura 29. Región crítica bilateral de dos colas derecha e izquierda, indica que F Calculado $>$ F crítico para la hipótesis 3.....	88
Figura 30. Campana de gauss bilateral de dos colas para la contratación de la hipótesis especifica 4.....	94
Figura 31. Región crítica bilateral de dos colas derecha e izquierda, indica que F Calculado $>$ F crítico para la hipótesis 4.....	95

RESUMEN

Este trabajo de investigación que lo denominamos “Tiempo y concentración del coagulante Huaracco (*Opuntia Floccosa*) en el tratamiento de aguas contaminadas por hierro y plomo”. Tuvo como objetivo determinar en que tiempo se realiza la coagulación y de que manera se da la concentración del coagulante “Opuntia floccosa” que es un buen producto para realizar la limpieza o remoción de los metales como vienen a ser el Pb (plomo) y Fe (hierro) que se encuentran presentes en aguas acidas que genera la Minería, la metodología utilizada en la investigación es de tipo aplicada con un nivel explicativo de diseño cuasi experimental, donde se extrajo el coagulante del cactáceo *Opuntia floccosa* y se realizó las operaciones unitarias como secado, molido, tamizado consiguiéndose un producto pulverizado, para después ser utilizado en la remediación de las aguas acidas de una minera, la cual fue sometido a un proceso en el cual tenemos a la coagulación, floculación y sedimentación; en estas teniendo en cuenta las siguientes condiciones: en la coagulación existió 100 RPM que se encontraban en los tiempos de 2, 5 y 8 min la cual tenía 10, 20, 30, 50, 70 ppm de la concentración del coagulante, a su vez floculando a 50 RPM por 2 min y con una sedimentación de 60 min en el cual se realiza quince tratamientos con 5 repeticiones, obteniéndose como resultado que el mejor tratamiento estadísticamente más efectivo y que maximiza la limpieza del plomo y hierro es el respectivamente por lo que se puede concluir que se da la existencia de un determinado tiempo y concentración del cual podemos obtener una remoción máxima de estos metales estudiados.

Palabras claves: remoción, coagulante, aguas acidas, cactáceo, prueba de jarras.

ABSTRACT

The present research work " Time and concentration of the coagulant Huaracco (*Opuntia Floccosa*) in the treatment of water contaminated by iron and lead". Its objective was to determine the coagulation time and the concentration of the coagulant *Opuntia floccosa* that maximizes the removal of iron and lead in acidic waters of the Mine, the research methodology is applied with an explanatory level of experimental design, where it is extracted the coagulant from the Cactaceous *Opuntia floccosa* and carried out the unit operations such as drying, grinding, sieving, obtaining a pulverized product, to later be used in the remediation of the acidic waters of the mine, which was treated by the coagulation, flocculation process and sedimentation, where the coagulation conditions were at 100 RPM in times of 2 min, 5 min and 8 min at a coagulant concentration of 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 50 ppm and 70 ppm, with a flocculation of 50 RPM for 2 min and sedimentation of 60 min where 15 treatments were carried out with 5 repetitions, obtaining as a result that the best treatment was statistically more effective. That maximizes the removal of iron and lead is Treatment 4 at a concentration of 50 ppm and a time of 2 min, with 92.3% and 87.4% respectively, so it can be concluded that there is a time and concentration that maximizes the removal of iron and lead.

Keywords: removal, coagulant, acidic water, cactus, jar test.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel de América Latina, la minería viene a ser una actividad económica que se ha realizado en el transcurso de los años a través de la explotación de metales pesados (SERNAGEOMIN, 2005). A partir de las acciones que generan la actividad minero metalúrgica se producen distintos problemas medioambientales como la emanación de contaminantes sólidos, líquidos y gaseosos esto a causa de la naturaleza del procesamiento en la minería. La cantidad volumétrica de residuos que se genera producto de esta actividad son mucho mayores en comparación a los residuos domésticos como a causa de la industria (Rodríguez, Oldecop, Linares, y Salvadó, 2009). Además, es conocido que el manejo y tratamiento que se le aplica a los residuos producto de los vegetales que se da es de mala calidad, a esto añadimos la existencia de la normativa adecuada que controle la respectiva descarga, provocando un riesgo muy alto en la calidad de los recursos hídricos repercutiendo en la calidad de agua que se brinda a la sociedad en el área de influencia.

Las aguas ácidas que son usualmente vertidas son sin previo tratamiento, así si en caso se dé un estudio estas sobrepasan los LMP (límites máximos permisibles) que provocarían muchas variedades de enfermedades tanto en la fauna silvestre como en la humanidad.

Una de las principales preocupaciones a nivel mundial es la generación de los relaves irresponsablemente por las industrias mineras, ello va generando día a día contaminación mundial debido a la gran cantidad de yacimientos mineros existentes. Existe una gran posibilidad de que el drenaje ácido cause graves daños generando pérdidas de aguas superficiales y subterráneas además de la pérdida de hectáreas de suelos (Alfayate, y otros, 2011).

Actualmente el Perú a nivel mundial produce en segundo lugar el cobre, plata y zinc, a partir del reporte último del “Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS)”; por otra parte Perú a nivel latinoamericano ocupa el primer lugar en la producción de oro, zinc y plomo (MINEM, 2017). Según Corzo

(2015) identifica este problema a nivel del Perú y en sobremanera a zonas del ande mencionando: “Se estima que más de la mitad de 5818 comunidades campesinas ubicadas principalmente en la sierra del Perú coexisten con actividades mineras, lo cual constituye un riesgo ambiental al modo de vida rural” (p.2).

Huancavelica es un departamento que fue afectado por la minería y su déficit manejo de desechos y que este se viene dando desde la conquista española, ya que estos no fueron tratados adecuadamente generando contaminación al agua, suelo y aire. Además, de acuerdo al Ministerio de Energía y Minas, Huancavelica presenta problemas sociales y económicos tales como la pobreza, corrupción, marginalidad los cuales están generando una mala gestión a nivel local, es por ello que, los ecosistemas ubicados alrededor de los pasivos mineros originan riesgos para la salud y la calidad de vida del hombre, convirtiendo a este tipo de alteraciones ambientales en un problema que se debe solucionar con celeridad (Pineda, 2004).

En el transcurso de los años en Huancavelica han venido operando diferentes empresas mineras a tajo abierto extrayendo minerales y dejando los pasivos mineros que generan impactos negativos sobre el medio ambiente como es la flora, la fauna, en recurso agua, aire y suelo., por lo que se requiere tomar medidas inmediatas para mitigar dichos impactos negativos y una de ellas es tratar las aguas acidas de mina a través de coagulantes naturales como lo es la “Opuntia Floccosa” debido a que es una planta que se encuentra en gran abundancia en las zonas altoandinas de la provincia de Huancavelica y esta puede ser aprovechada de manera eficiente en el tratamiento de dichos contaminantes. Por ende, se debe de dar hincapié el estudio de las características fisicoquímicas de esta planta y la capacidad de remoción que tiene esta en la remoción de hierro y plomo.

De la misma forma es grato saber que Huancavelica solo cuenta con una planta de tratamiento de agua para consumo humano y esta no está en la capacidad de tratar aguas contaminadas por metales pesados debido a aspectos técnicos y económicos, de la misma forma vale precisar que la PTAP aplica coagulantes químicos en el proceso de coagulación los cuales dejan

residuos y altos costos en su tratamiento por ende deberían de presentarse propuestas viables que generen menos residuos, mejoren la remoción de contaminantes y a la vez sean de costos óptimos que estén al alcance de la sociedad huancavelicana.

Ante este dilema surge la importancia de ubicar alternativas de solución empleando acciones correctas que sean apropiadas para el manejo del medio ambiente, como también los valores y diferentes beneficios ambientales, sociales y económicos. En virtud del país, de estas limitantes, nace la intención de desarrollar el presente trabajo, con el fin de ser un aporte para atenuar el agua ácida de mina, haciendo uso de la "Opuntia floccosa" que nos servirá como un coagulante que se da de manera natural y servirá para poder remover el plomo y hierro que se encuentra presente, y que es un tema desconocido en la actualidad, pero un gran aporte para el futuro en el ámbito ambiental

Asimismo, se debe de tener en consideración que a nivel mundial existe contaminación de los recursos hídricos y a la vez hay una escasez de tecnológicas renovables que remuevan contaminantes de las aguas acidas de mina a un bajo costo y mas aunque estas tecnologías sean coagulantes naturales como lo es la Opuntia Floccosa el cual crece en las zonas altoandinas del Perú, el cual debe de ser aprovechada como un recurso muy útil en el tratamiento de aguas residuales contaminadas por las zonas minera. De igual forma se debe de esta tecnología limpia y saludable implementar en las PTAR y PTAP para evitar generar residuos contaminantes de los coagulantes químicos que en la actualidad de utilizan.

Teniendo en consideración la problemática actual se puede señalar que la investigación se enfocará en evaluar el tiempo y concentración optimo del coagulante opuntia floccosa en el tratamiento de remoción del plomo y hierro que genera la minera Kolpa. El cactáceo "*Opuntia floccosa*" se puede ubicar en gran cantidad en el territorio del departamento de Huancavelica y que puede ser usado como un coagulante natural para contrarrestar la contaminación provocada por los pasivos mineros, debido a ello se planteó el siguiente **problema general** ¿Cuál es el tiempo de coagulación y la

concentración del *Opuntia floccosa* que maximiza la remoción del hierro y plomo en aguas ácidas de la Minera Kolpa? y **problemas específicos** se formularon los subsiguientes: ¿Qué concentración de coagulante *Opuntia floccosa* maximizará la remoción de hierro en aguas ácidas de la Minera Kolpa?, ¿Qué concentración de coagulante *Opuntia floccosa* maximizará la remoción de plomo en aguas ácidas de la Minera Kolpa?, ¿A qué tiempo de coagulación existirá mayor remoción de hierro en aguas ácidas de la Minera Kolpa, con coagulante *Opuntia floccosa*?, ¿En qué tiempo de coagulación existirá mayor remoción de plomo en aguas ácidas de la Minera Kolpa, mediante con coagulante *Opuntia floccosa*?

La región de Huancavelica posee una flora que es muy diversa, pero esta no es aprovechada en su máximo punto, esto se debe al poco estudio que tienen cada una de ellas; una planta común que está presente en el campo y se encuentra en abundancia es el cactáceo *Opuntia floccosa* (Huaracco), esta planta suele crecer en lugares secos frecuentemente a alturas mayores de 3800 m.s.n.m., son especies que están presentes en suelos con pH mayores a 8, suele crecer en todo tipo de suelo, debido a las bondades que presenta la *Opuntia floccosa* (Huaracco) esta investigación impulsará como antecedente y el enriquecimiento para las próximas investigaciones, buscando el único fin de conservar y proteger, también esta investigación es una gran problemática socio ambiental, si bien es cierto nos desarrollamos en un mundo globalizado donde las personas con tal de satisfacer sus propias necesidades, no generan un desarrollo sostenible con el ambiente, es así que ocasiona un desequilibrio, estos pasivos ocasionan riesgos para la salud de la población, debido a que las fuentes de agua están contaminados por altos contenidos de metales, de igual manera los suelos agrícolas que se encuentran perjudicados por los pasivos, así mismo el presente trabajo de investigación no ayudará a disminuir los contaminantes como es el hierro y el plomo que son arrojados en los ácidos de la mina, esto será haciendo uso de "*Opuntia floccosa*" (Huaracco) que actuaría como un coagulante que es generado de manera natural y este será una contribución a la sociedad y a la ciencia, a su

vez que se realizar una disminución de contaminantes en el ambiente; por ende esto representa una de las amenazas más preocupantes para el medio ambiente global, debido al gran impacto negativo que está causando a los recursos naturales.

Para poder elegir la tecnología apropiada que trate los relaves mineros es necesario conocer ciertas propiedades de las aguas residuales (drenajes ácidos de mina) como también de acuerdo a lo objetivos que se busque a partir del tratamiento seleccionado (Santos, 2010). Viniendo a ser ello causa de interés y raíz de investigación en grupos científicos a nivel Internacional y Nacional (Rodríguez et al., 2009), por lo que el estudio se llevó a cabo en el relave minero de la Minera Kolpa, de propiedad de la Compañía Buenaventura es una mina subterránea de plata en vetas angosta.

Mientras que el **objetivo general** que se plantea es el siguiente: Determinar el tiempo de coagulación y la concentración de coagulante Opuntia floccosa que maximiza la remoción del hierro y plomo en aguas ácidas de la Minera Kolpa y como **objetivos específicos**: Determinar la concentración de coagulante Opuntia floccosa que maximiza la remoción de hierro en aguas ácidas de la Minera Kolpa, Determinar la concentración de coagulante Opuntia floccosa que maximiza la remoción de plomo en aguas ácidas de la Minera Kolpa, Determinar el tiempo de coagulación que maximiza la remoción de hierro en aguas ácidas de la Minera Kolpa, con coagulante Opuntia floccosa, Determinar el tiempo de coagulación que maximiza la remoción de plomo en aguas ácidas de la Minera Kolpa, con coagulante Opuntia floccosa.

Además, se ha planeado como **hipótesis general**: El uso del coagulante Opuntia floccosa remueve en un tiempo y concentración en más de un 70% el hierro y plomo de las aguas ácidas de la Minera Kolpa S.A. la Minera Kolpa, y como **hipótesis específicas** se tuvo: El uso del coagulante Opuntia floccosa remueve el hierro en una concentración optimo las aguas ácidas de la Minera Kolpa S.A., El uso del coagulante Opuntia floccosa remueve el plomo en una concentración optimo las aguas ácidas de la Minera

Kolpa S.A., hierro en una concentración óptimo las aguas ácidas de la Minera Kolpa S.A., El uso del coagulante *Opuntia floccosa* remueve el hierro en un tiempo óptimo las aguas ácidas de la Minera Kolpa S.A y el uso del coagulante *Opuntia floccosa* remueve el plomo en un tiempo óptimo las aguas ácidas de la Minera Kolpa S.A.

II. MARCO TEÓRICO

Según Rivas et al (2017) sustentan en su artículo denominado "*Tratamiento por coagulación-floculación a efluentes de empresa del Níquel comandante Ernesto Che Guevara*" con el objetivo de realizar la recuperación de la mayor cantidad posible de Níquel del efluente del sedimentador que posee la empresa, ya que el 81,3% de este elemento químico lo encuentran disuelto en el vertido que se da. Metodología, la investigación es de nivel aplicativo en donde como primer paso para determinar la dosis óptima de coagulante realizaron la prueba de jarras, tomaron una muestra aprox. 25 L, que será suficiente para realizar 3 muestras que constan de 6 jarras. Luego de ello determinar la turbidez, pH, níquel que se disolvió antes de la prueba y el total del color del níquel; añadir a cada jarra 1L de efluente; colocar una agitación de 10.4 rad/s para tener una uniformidad en la turbulencia mientras se añade los reactivos; añadir la cal hidratada; seguido a ello colocar la solución que se tiene de los coagulantes; incrementar la velocidad de agitación de las jarras a 31.4 rad/s luego de un minuto a esa velocidad baja a 3.14 rad/s durante 15 min; añadir a cada jarra la solución del floculante; realizar una mezcla lenta y retirar las paletas de cada muestra y reposar 15 min en la cual se observara la floculencia formada; después del reposo adecuado tomar muestras del níquel disuelto, pH, turbidez, color, turbidez. Como resultado de este proceso se obtuvo que existen bajas precipitaciones de níquel en las muestras que fueron evaluadas con los coagulantes VAPEN FLOC PP, CHEMATEK - HIDROXICLORURO DE ALUMINIO, VAPEN FLOC y s AC 851 – SNF a diferencia de las solución de los coagulantes SULFATO DE ALUMINIO Y CHEMATEK- POLICLORURO DE ALUMINIO de las cuales se obtuvo una precipitación de 78.80% y 57.02% de níquel respectivamente; llegando a la

conclusión de para la obtención de níquel en grana cantidad se dieron con el uso del sulfato de aluminio teniendo en cuenta la cantidad de 300 mg/L y cal 150 mg/L de cal hidratada.

Según Veliz et al (2016) en su trabajo que lleva como título *“Coagulación-floculación, filtración y ozonización de agua residual para reutilización en riego agrícola”* teniendo como objetivo evaluar los procesos de coagulación, ozonización y filtración todo ello a escala de banco que después del proceso esta agua será utilizada como riego para la agricultura. Metodología, se hizo la evaluación de 3 coagulantes que son *“(policloruro de aluminio, sulfato de aluminio y sulfato férrico)”*. Para la filtración se hizo uso de 3 filtrantes como es lecho mixto, antracita y arena sílice según las velocidades de mezcla; en el proceso se usó 0.43 nm de arena de sílicea y 0.66 nm de antracita; siendo su coeficiente de uniformidad de 2.50 y 1.32 de cada uno de ellos; se escogió después de ello la velocidad. Como resultado se obtuvo el análisis de caracterización obteniendo un pH con un min 6.57 y max de 7.55; turbiedad min de 82 y un max 458, también que cuando la turbiedad está a 140 se usó una mayor dosis de coagulante. Después de todas las pruebas realizadas se llegó a la conclusión de que entre los 3 coagulantes la sustancia de licloruro de aluminio y por último como el que tiene menor eficacia es el sulfato férrico.

Cogollo (2010) declara en su artículo titulado *“Clarificación de aguas usando coagulante polimerizados: caso del hidrocioruro de aluminio”* teniendo como objetivo la clarificación (retiro de solidos que se encuentran suspendidos) de aguas industriales haciendo uso del coagulante hidrocioruro de aluminio que es una sustancia química inorgánica polimerizada. Metodología, lo primero que realizaron es definir conceptualmente todos los términos importantes que se tratan en el trabajo, reconocieron los más comunes coagules que se usan, se conoce los policloruros como unos nuevos coagulantes que ido incrementando en los últimos años debido a su mejor resultado respecto a los coagulantes convencionales. Para hacer la clarificación se tomará muestra del agua cruda de la cual tenemos que determinar su pH la cual nos definirá si necesitara un acondicionador, para ello se realizara pruebas de jarra la cual

nos determinara la dosificación que es adecuada de los coagulantes; luego de ello es necesario la dosis de coagulante y la turbiedad del agua de la muestra calculando el coeficiente de correlación; al multiplicar el resultado por 100 es el porcentaje de coagulante a añadir. Resultados, se obtuvo que mientras mayor sea la turbiedad del agua la cantidad de coagulante será mayor siendo la mayor dosis aplicada de 29 ppm y siendo la turbiedad de 7.25, teniendo también una correlación de 99.53% del agua que fue utilizado para el tratamiento mencionado. Conclusión, el tratamiento de agua es de suma importancia ya que una adecuada clarificación tiene la capacidad de remover impurezas; el uso de coagulantes como el hidrocloruro que son polimerizados logra mejores resultados que los coagulantes del mercado común.

Arias et al (2017) postula en su trabajo denominado *“Tratamiento de aguas residuales de una central de sacrificio: uso del polvo de la semilla de la M. oleífera como coagulante natural”*. Objetivo de este proyecto siendo el uso del árbol M. Oleífera exactamente de su semilla hacer uso como un coagulante para el tratamiento de las aguas residuales de una central de sacrificio. La metodología utilizada para poder determinar qué tan eficaz es la semilla como un floculante se desarrolló la prueba de las jarras en la cual como primer paso tomo muestras de la planta de tratamiento (PTAR), en la cual se realiza un camal dando malos olores y los efluentes que genera para el río que se ubica por el lugar; seguidamente se realiza la obtención de un polvo de Moringa Oleífera que será nuestro coagulante, una vez obtenido eso pasaron a separar una solución de NaCl 5M, mezclándolo con un agitador durante 20min para luego añadir el polvo de M, Oleífera en una cantidad de 5g en 1 L de la solución inicial, mezclando durante 10 min a 60rpm; una vez obtenida la solución se pasa por el papel filtro obteniendo el extracto madre de la planta que a su vez posee un 5% de Cloruro de sodio. Luego se realizó la prueba de jarras en donde como primer punto se determina las características generales de agua que será la muestra, se realiza una mezcla a 200rpm durante 1 min añadiendo gradualmente el coagulante obtenido de la M. Oleífera de acuerdo a la cantidad dada; luego realizar una mezcla lenta, y como resultado después

de ello y con el reposo requerido se puede visualizar la sedimentación que se da, también se llegó a la conclusión de que a mayor turbidez mayor es la cantidad de dosis que necesita para la sedimentación llegando a la conclusión que la utilización de la semilla de la planta ya mencionada tiene como efecto la remoción de color y la turbidez que posee aprox del 90% determinando que este es una alternativa para el tratamiento de agua en las plantas donde se realiza el sacrificio animal.

Según Bravo (2015) postula en su investigación "*Coagulantes y floculantes naturales usados en la reducción de turbidez, sólidos suspendidos, colorantes y metales pesados en aguas residuales*" a escala de laboratorio" Teniendo como objetivo determinar la capacidad que tienen los derivados de fuentes naturales como coagulantes en los metales pesados, turbidez, colorante y sólidos en suspensión haciendo uso de la siguiente metodología: el tipo de investigación siendo cualitativo-exploratorio- descriptivo ya que se realizó la recopilación de información de dos animales y cinco plantas en las páginas Scopus, Pubmed entre otras realizando primero la caracterización de cada investigación que se encuentran en las distintas fuentes bibliográficas, de las cuales en el contenido de ellas se tuvo en cuenta la reacción que tienen sus polímeros con las partículas del agua por el mecanismo que es la coagulación, los órganos que posee cada especie vegetal y el pH con su dosis que necesita para la que tenga la capacidad de realizar la coagulación; obteniendo de todo esto como resultado que los floculantes y coagulantes naturales tenemos a la Moringa Oleífera, la cual para realizar el coagulante se hará uso de su semilla en forma de polvo la cual junto al cloruro de sodio existe una disminución de 95% de turbidez en el agua; luego tenemos a Cassia Obtusifolia de la cual al igual que la primera se hace uso de la semilla pero de manera seca y pulverizada estas son usadas para las aguas que poseen SST (sólidos totales suspendidos) obteniendo una descontaminación en un 86.9%; luego tenemos a las plantas que son coagulantes de metales pesados como es la Opuntia Ficus Indica la cual actúa como coagulante en las aguas residuales con altos colorantes, turbidez, y materiales pesados en las aguas residuales y

superficiales siendo la cantidad de reducción dependiendo al metal. La conclusión de esta investigación es que existen gran cantidad de vegetal que sirve para la coagulación de determinadas materias siendo altas las concentraciones quitadas a la muestra.

Cabrera et al (2009) presenta en su artículo que lleva por título "*Estudio del proceso de coagulación-floculación de aguas residuales de la empresa textil: desembarco del Granma a escala de laboratorio*" que tiene como objetivo realizar una simulación sobre el proceso que se da de la coagulación-floculación del efluente que procede de la planta biológica de tratamiento de la *Empresa textil: desembarco del Granma* perteneciente a Villa Clara para la evaluación del manejo de dicho residual. Metodología, dicha investigación se realizará en el Laboratorio de la UCLV, para el conocimiento de los componentes del agua de la muestra se realizar la caracterización en donde se obtiene el pH, turbidez, coloración, etc., luego de ello se realiza la prueba de las jarras en la cual se toma 6 muestras de 1 litro en el recipiente adecuado en las cuales se dosifican los coagulantes teniendo a la disponibilidad de agitador la cual la velocidad variara depende a la necesidad del caso; los coagulantes utilizados fueron el "Cloruro férrico hexahidratado" y el "sulfato de aluminio" variando la cantidad en cada muestra según a su pH. Después del proceso mencionado se obtiene que, si se trabaja con el sulfato de alúmina, cuando el pH se encuentre en 7 se determinó que la cantidad de coagulante que es de 40 mg/L; los mejores resultados se obtienen no a pH bajos sino a pH neutros llegando a la conclusión de que a mayor turbidez mayor será la cantidad de coagulante añadido y la remoción en % será mayor, existe una gran diferencia desde un punto de vista estadístico entre la remoción de la turbidez.

En su investigación Aldana (2012), llevo a cabo el estudio "Aplicación de semilla de Moringa como ayuda primaria para la coagulación natural y la coagulación en el tratamiento del agua de los seres humanos". Chill está calibrando la versatilidad del jugo de granada Moringa oleifera como coagulante y coadyuvante fetal, el jugo crudo extraído del río Rímac, en

épocas de estiaje e inundaciones, utilizando SEDAPAL PTAP destinado al consumo humano en el municipio de Lima; Comparado en relación a los resultados determinados al usar sulfato de aluminio durante la producción del coagulante. La metodología utiliza la aprobación de viales y el desarrollo dosimétrico y los análisis de floculación y sedimentación. Se redujo el viñeteado a niveles ≤ 2 NTU (inicio del estándar local) y con índices de estabilidad como sigue: Muestra 1 con compromiso de 17 m³/m²/día, Modelo 2 Con un contenedor de 20 m³/m²/día y muestra 3 con un conteo de 25m³/m²/día, como coadyuvante coagulante, el volumen ponderado de todas las muestras es de 50 m³/m²/día. En comparación con el valor del carbono estructurado global, este valor aumenta de 5 mg/l. En agua dulce, sin gusanos, alcanza los 6 mg/l. En la ingesta tratada, ésta fue en la muestra 2 y a partir de 5 mg/L. En agua sin referencia hasta 15 mg/l. En el consumo procesado de la muestra 3. Usando la variedad Moringa oleifera grana que se encontró que contiene buenos antisépticos.

Vargas y Romero (2010) postula en su informe denominado “*Desarrollo de coagulantes y floculantes para el tratamiento de aguas en países en desarrollo*” teniendo como objetivo evaluar las posibilidades que hacer uso mínimamente de 4 materiales que son originarios de la nación usándolos como floculante y coagulantes para el tratamiento de las aguas que se contaminan o que existía dicha contaminación. Metodología, se evaluó la efectividad en 2 residuos provenientes de la industria que contenía concentración de aluminio y la otra de hierro como resultado se obtuvo que en el tema del mejoramiento de turbiedad ambas aguas tuvieron buenos resultados por que se dio una alta remoción de la turbiedad y la cantidad de coagulante añadido es de 0.5 ppm y 2.0 ppm; luego se realizó las pruebas con aluminio que se necesitó 10 veces más la concentración utilizada con el sulfato de aluminio así llegando a la conclusión de que ambos coagulantes o productos son accesibles y efectivos para realizar la coagulación de las aguas residuales, pero sobresaliendo el residuo que poseía aluminio ya que este es muy fácil de manejarlo y tiene una homogeneidad que permite esto. siendo

este último dada en la evaluación última en donde la turbiedad inicial es alta y que después de colocar 6 veces más la cantidad de coagulante se observó una disminución considerable.

Vásquez (2007), Por su investigación "Eliminación de la turbiedad del agua mediante coagulantes naturales extraídos de semillas (Erythrina americana, Quercus ilex, Acacia farnesiana, Viscum Album, Senna candolleana", lo que no especifica es una evaluación de la eficacia de la eliminación de la oscuridad en base acuosa a través de extractos de plantas. Se seleccionaron cinco granos: Colorín (Erythrina's coat), Encino bellota (Quercus ilex), Huizache (Acacia farnesiana), Muérdago (Viscum album) y Quebracho (Senna, Candolleana). Se ha desarrollado una metodología en la que se lava y se seca el etanol al 70% para su almacenamiento en viales estériles, para evidencia de coagulación, o granos molidos gruesos, en col lombarda o en un agente mezclador dependiendo de la acidez de la hierba, y se pasa por un tamiz de canoa. Se pesaron 60,5 g y se disolvieron en 500 ml de solución de NaCl 1 M preparada con agua destilada pH 8, se agitó durante 1 h, utilizada para tal fin como hipnosis. Después de eso, la unión se ha depositado durante una hora y la parte superior se usó para ratificación, porque Vituala es la posibilidad de 10 g de infección de Colin en el pasado para su uso, en el suministro real. Productos, seis botellas con 1 litro de néctar de la llave eliminada: 0.0, 5.0, 10.0, 15.0, 20.0 y 25.0 ml para fijar la mitigación. Luego, las seis botellas se agregaron 5.0 ml para reemplazar las acciones de Tolin y se agitaron 150 rpm 25.0 ml en cada botella y se movió a 150 rpm durante un minuto durante dos minutos y 30 rpm durante 30 minutos. Desde la parte superior flotante para ajustar el negro, la acidez, la acidez y temperatura, para pruebas con medicina de enfriamiento negro (TB) 5 ml en un litro con aproximadamente 50 UTN. Para la entrada oscura (TA), se utilizan 10 ml de una solución madre de caolín clara por litro, más o menos 100 NTU. Los resultados mostraron que el patrón coagulante probable era el patrón de floración del huizache, con una capacidad de oscurecimiento del 60% en agua despreciable (50 NTU) y del 30% en agua despreciable (50 NTU). UTN). NTU). En cuanto al competidor,

Resumen Colorín afirma que el aumento de la oscuridad puede deberse a la concentración de espesantes y que los extractos de Encimo, Muérdago y Quebracho Bellota no muestran acción coagulante cuando no hay pH.

Según Lorenzo (2006) sostiene en su artículo titulado *“Estado del arte del tratamiento de aguas por coagulación- floculación”* que tiene como objetivo dar a conocer a través de la recopilación de información el método químico de la coagulación, describirnos como es el proceso para realizar la sedimentación por coagulantes, así mismo nos mencionan los coagulantes más comunes que existen y la dosis que se debe aplicar en cada prueba de jarra. La metodología para el proceso de coagulación es empezar por la desestabilización de las partículas que se encuentran suspendidas, luego se tiene que dar la precipitación y dar la formación de químicos polimerizados seguido por la absorción mutua que se da entre los coloides y para finalizar se da la acción del barrido de la cual nosotros podemos obtener la materia por el cual realizamos la coagulación. Para poder realizar la coagulación también se realiza la prueba de las jarras de la cual podemos decir que es la técnica mayormente usada en todas las coagulaciones que se hacen en distintos países; en este proceso encontramos diversos factores los cuales entre los principales tenemos la concentración de coagulante, la cantidad de turbidez que encontramos, pH, el grado de agitación, secuencias después de aplicar los coagulantes, temperatura, etc. Resultado, siendo así que tuvieron como resultado un alto contenido de información sobre el tema en el cual mencionan los tipos de coagulaciones que existen en la cual mencionan que a mayor cantidad de turbidez mayor tiene que ser la concentración de los coagulantes químicos para así obtener un resultado que se encuentren del ECA (Estándar de calidad ambiental) así llegaron a la conclusión de que la contaminación de agua se puede contrarrestar evitando que en algunas industrias realizan el vertimiento directo a los ríos.

Lopera y López (2019) deduce en su tesis denominado *“Proceso de coagulación en el tratamiento de aguas residuales de una heladería: eficiencia de diferentes coagulantes de origen inorgánico”* teniendo como objetivo

realizar la evaluación de la reducción de la turbidez y los sólidos que se encuentran suspendidos con el uso de distintos coagulantes inorgánicos de una heladería y como metodología se hizo uso del floculador FP4, y la elección de los coagulantes inorgánicos se realizó por los antecedentes obtenidos en el marco teórico., depende a ello se escogieron el Cloruro Férrico, Sulfato Férrico y Sulfato de Aluminio y para mejorar el resultado se hizo uso de los estabilizadores para el pH como el carbonato de calcio y el hidróxido de sodio. También se siguió condiciones como la velocidad de coagulación fue de 100rpm, el tiempo es 1 min, el pH para el Sulfato férrico y para el sulfato ferroso es de 5.4, para el cloruro férrico y sulfato de aluminio es de 11.3; también se tiene en cuenta la velocidad que tiene el floculador que es de 20 rpm y para finalizar el tiempo que se da la sedimentación es de 20 min. Como resultados obtuvimos la modificación del pH entre 5-7.4 para la sustancia del sulfato de aluminio; entre 4-7 para el Sulfato férrico o también puede ser mayor a 9; entre 4-6 o mayor a 8 en la sustancia de Cloruro Férrico. Obtuvieron con el Cloruro férrico una remoción mayor de 95.5%; con el Sulfato Ferroso se logró una remoción mayor de 95.5%; llegando así a la conclusión hay una variación entre sus caracterizaciones eso ya dependiendo a que cantidad de coagulante se coloca en cada jarra y siendo así el Sulfato de aluminio en mejor resultado que dio haciendo su uso como coagulante.

Tunco (2019), En su estudio "Eficacia de la harina de haba (*Vicia faba*) como agente coagulante para el sulfato de aluminio en el tratamiento de aguas humanas". Programa requerido para tomar decisiones sobre coagulante natural versus químico y lograr la eliminación de la turbidez hidrofóbica. Se desarrolló un método para aplicar la prueba del vaso por coagulación, floculación y sedimentación. Se utilizó almidón de trigo como coagulante para el sulfato de aluminio, y las pruebas se realizaron con las mismas muestras de caldo para todos los tratamientos, utilizando sulfato de aluminio como coagulante primario, cada uno con un potencial ideal para beneficiarse de los carbohidratos del grano. Interfaz a $Al_2(SO_4)_3$. Los ensayos fueron analizados, arrojando una oscuridad verdadera de 114 UNT y un pH de 7,06.

Los resultados que obtuvieron demostraron que el almidón de guisante como coagulante embrionario y como coagulante ha demostrado ser efectivo, es decir, para lograr una congelación oscura móvil, dosis y exposición óptimas. Definido, como 25 mg/l, al 1 %, la opacidad media fue de 0,75 UNT. Asimismo, el almidón de grano (granos de Vichya) se puede esparcir como coagulante aparte del cálculo que al aplicar un químico para coagular también se pueden evitar las enfermedades ocasionadas por el uso de sulfato de aluminio en las aguas terapéuticas.

Dávila et al. (2019), En trabajo titulado "Efectividad de Especies Naturales como Auxiliar Coagulante, para la Purificación de Aguas Turbias Durante Inundaciones en Aldeas y Centros Poblados de Huaraz y Callejón de Huaylas". Evalúa indefinidamente la efectividad de las especies naturales como coadyuvante coagulante para remover las aguas turbias generadas durante las crecidas de los ríos Lulan, Beria y Chuchun. Método aplicable: Recolección de coagulante, prueba de vial y determinación de dosis óptima y prueba de pH realizada para determinar la combinación óptima de coagulante y pH óptimo con la dosis óptima bien recolectada. En el anuncio, se describen la lista de Willcomb y las lecciones sobre la masa original en el jarrón. Se determinó la turbidez residual (Tf) para cada presentación, se calculó el valor de rechazo (Tf/To) y se registraron los datos en turbidez (NTU) contra tiempo (min) e histogramas. conglomerado mundial. A continuación, se grafican los gradientes de turbidez (NTU) en función de la velocidad, lo que nos permite determinar los puntos de ajuste de eliminación para cada arco de tiempo y obtener los gradientes de velocidad que en cada período de tiempo tienen retención mejorada. Estos puntos nos permiten ensamblar la ecuación objetiva más cercana y avanzar hacia el uso de la lógica de mínimos cuadrados. Se especifican los valores de "a" y "b" y el periodo de ajuste "R2". Si el nivel de negociación es aceptable (aprox. R2 = 0,90), siga luchando, si hay un oponente, la acción de corte debe cancelarse. Con las direcciones obtenidas se determina el gradiente de fuerza óptimo, y la ecuación resultante no pertenecerá a nadie: $G_{n \times T} = G_{n \times T} = n$ y k se determinan como resultado

de dejar caer la tabla, lo que les permite ir al gráfico de gradiente s-1 contra el tiempo secuencial (mínimo). Resultados: Se utilizaron coagulantes naturales como machua, papa, adulterante, panca y trigo, los cuales se agregaron a la muestra en la prueba de la olla, ya que dio una dosis de 45 mg/L en líquido pH 7.5 con una concentración de 5.3%, se obtuvieron los resultados importantes, eliminando los factores Turbidez y sólidos disueltos totales. Al medir la capacidad se verificó la remoción de ennegrecimiento de acuerdo a las instrucciones, cuyo índice de coagulante fue de 89.9% para el coagulante de machua, papa, burro, panca y trigo, de los cuales la coagulación logra remover hasta el 89% del TDS en azul. Y el 13,5% no se encuentra en el hígado de trigo normalmente requerido. En el argumento se propone utilizar factores naturales como coagulantes para explicar las aguas superficiales en época de lluvias y posiblemente hacerlas potables y aptas para el consumo humano.

Huaroma (2018), En un estudio titulado "Determinación de parámetros hidráulicos durante la floculación directa usando Vicia Faba para la eliminación de la turbidez del río Monterey - 2016". El proceso de esterilización consiste en medir los parámetros hidráulicos, durante la floculación directa, con granos de vesicia, para eliminar el color negro del río Monterey. Se adopta la metodología utilizada para ello, matraces, desarrollando la precisión de la dosificación, soporte y pH extremo del coagulante Vicia haba, así como los procesos de coagulación, aglomeración, floculación y sedimentación. Para ello, se tomaron 4 muestras de caldo crudo (MR) y 4 muestras de caldo analgésico procesado (RMC) para compararlas con la normativa francesa LMP e internacional sobre agua potable para consumo humano. Los resultados obtenidos en la faja al remover las sombras del río Monterey muestran la marca de concesión del coagulante Vicia habichuela. En términos de eliminación de decoloración, nitrito, aluminio, tallos, ilustraciones, manganeso y coliformes en heces o refrigerante térmico, se ha demostrado que es ineficaz. Además de los materiales puros procesados en pantomima utilizando molde LMP de especies para consumo humano, lo que indica que

la turbidez, color, nitrito, aluminio, juncia, manganeso, alcalinidad, conductividad, acidez y pH están todos por debajo del nivel. Otro informe televisado señaló el incumplimiento de aleaciones, coliformes fecales o refrigerantes en la lista de LMP a las regulaciones nacionales e internacionales para el mismo extracto para uso humano. En la evidencia, se ha demostrado que el coagulante sensible Vicia alubia es directamente costoso para eliminar la confusión, al tiempo que elimina una gran proporción del oscurecimiento de las aguas del río Monterrey.

Jara (2018), Se realizó un estudio utilizando un coagulante natural extraído de las semillas de tamarindo "Tam Meus indica L". Para la Reducción de Sólidos Coloidales en el Laboratorio de Agua del Río Lorena, Lima - 2018. Neutral es una evaluación del uso sistemático de coagulantes extraídos de frutos de tamarindo para resumir los sólidos coloidales medidos para la turbidez de las aguas del Río Lorena. El método de investigación utiliza muestras de 18 litros de jugo, en las cuales se llevan a la farmacia medidas de campo como temperatura y pH, teniendo en cuenta los procedimientos para el manejo de los síntomas y su almacenamiento, para que convivan con imágenes que miden turbidez, pH y bioquímica Contraste de orden, contradicción Para orden químico, esto se hizo antes de la descripción de acceso a datos abreviados. Para conocer la dosis óptima de polvo de extracto de semilla de tamarindo, tomando el coeficiente de turbidez como se reporta, se obtuvo una dosis de 100 mg/L para los viales, con 3 pruebas por cada prueba de polvo. El resultado es un 89,3% más de ahorro, con sésamo rápido a 100 rpm durante 10 minutos y sésamo lento a 40 rpm durante 30 minutos también con un tiempo de reposo de 30 minutos. Se concluyó que el polvo obtenido de las semillas de tamarindo es efectivo y puede ser reutilizado como un coagulante razonable e inocuo en un ambiente competitivo debido a que el lodo es biodegradable al igual que el coagulante sintético.

Según Restrepo Osorno (2009) sostiene en su tesis titulado "*Evaluación del proceso de coagulación – floculación de una planta de tratamiento de agua potable*" con el objetivo de poder realizar la determinación de que coagulantes

son los mejores para el agua utilizada y establecer un uso de adecuado de polímeros para así obtener una mejor floculación. La metodología usada fue como primera la caracterización del agua en la cual queremos realizar la coagulación, luego de ello se realiza la prueba de jarras de la cual vamos a obtener los siguientes factores: turbiedad inicial y final, pH, transporte y almacenamiento y después de ello se determina la dosis que se tiene de aplicar de coagulante eso lo determinamos con la turbiedad menor. Como resultado se obtuvo la muestra de agua de la quebrada de la casa de Doña María por su caracterización tiene alto contenido en Coliformes Fecales y Coliformes Totales, pero baja en otras sustancias o mezclas lo cual se tiene en cuenta lo encontrado en busca la coagulación de estos. Dicho esto, se llega a la conclusión de que dado que la quebrada mencionada tiene alta influencia social demanda un tratamiento adecuado durante el tiempo que se realiza la potabilización.

Como bases teóricas de la investigación se presentan los conceptos de las variables de drenaje ácido:

El drenaje ácido se produce a causa de oxidar los minerales sulfurados, en primer lugar, la pirita (FeS_2). En el ambiente geológico son fácilmente encontrados los minerales sulfurados, pero en realidad es más común ubicarlo en rocas que se encuentran por debajo de la superficie y es más ubicable al encontrarse debajo de la napa subterránea. A causa de diversas acciones por ejemplo la erosión o el proceso tectónico, estos minerales sobresalen y entran en contacto de forma sencilla con el agua y el oxígeno, y esto causa la oxidación secuencial de estos minerales. Como se sabe este proceso que conlleva a la oxidación del mineral viene a ser muy lento y no suele abarcar grandes extensiones, en efecto su impacto viene a ser ínfimo, por lo que en este sentido no ocasiona alguna alteración del recurso hídrico y sea superficiales o subterráneas, dichos ácidos generan impactos sobre las fuentes de agua que se encuentran en el área de influencia de manera directa o difusa a los acuíferos como a las aguas superficiales trayendo consigo problemas en el tratamiento de aguas (Quiroz, 2007).

Nordstrom y Alpers (1999), dan a conocer la formación de las aguas acidas mediante el proceso químico de oxidación a través de la pirita quien es el elemento químico del cual se forman estas aguas contaminadas con pH ácidos.

Las principales fuentes que generan alteración sobre la calidad de aguas subterráneas y superficiales vienen a ser los drenajes ácidos que se generan por la sobreexplotación descontrolada de la minería (Lopez et al., 2002).

Para determinar la calidad de agua e identificación de los factores que contaminan el agua se debe de realizar la caracterización de los efluentes de la actividad minera y analizar en el punto de vertimiento los parámetros fisicoquímicos (Aduvire, 2006).

Indispensablemente del factor que genera la contaminación de aguas superficiales o subterráneas estos drenajes se clasifican en ácidos y básicos.

Tabla 1. Clasificación de drenajes en función del pH y el potencial de acidez/alcalinidad de los minerales.

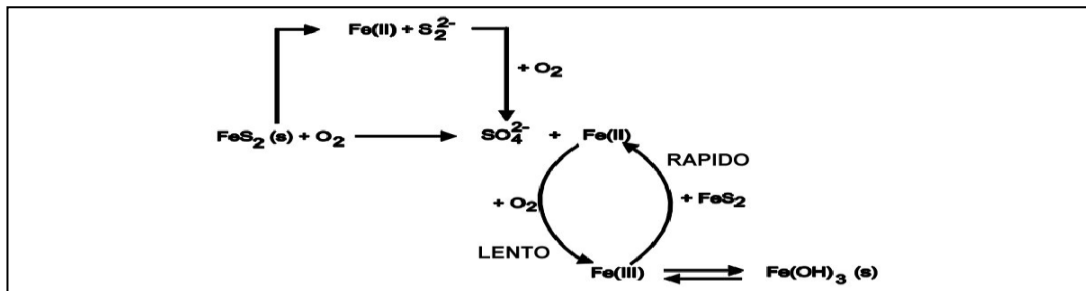
Clase	pH	Descripción
Acido	<6	La acidas esta ocasionado por la oxidación de minerales, estos generalmente se dan en mineras metálicas.
Alcalino	>6 o 10	Es la disolución de minerales básicos asociados a la explotación del diamante, molienda de bauxita, cenizas de combustión de carbón.
Casi neutro	6 – 9 o 10	Los minerales podrían ser ácidos o alcalinos dependiendo la concentración de metales que se encuentren en el recurso hídrico.
Otros	irrelevante	La potasa, gravas, boratos, arcillas, sales, etc. afectan la composición de los metales.

Nota: Clasificación de drenajes según (Morin y Hutt, 2000).

Las explotaciones mineras provocan efectos hidrológicos: la calidad del agua, daños ecológicos, deterioro del paisaje, entre otros.

La presencia de agua y oxígeno en el proceso de oxidación de los sulfuros generan la formación de aguas acidas y así mismo la intervención de las bacterias que intervienen como catalizadores (Aduvire, 2006).

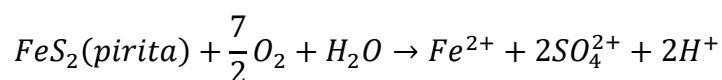
Figura 1. Formación de las aguas acidas de mina.



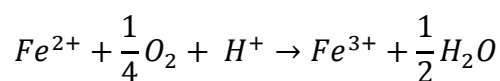
Nota: (Aduvire, 2006) Aunque la velocidad de reacción depende de numerosos factores como temperatura, cantidad de sulfuros, granulometría, presencia de agua, aire y bacterias

El total de reacciones químicas generan un resultado ácido, esto debido a que los compuestos que interactúan vienen a ser minerales sulfurosos con las bacterias, el agua y la temperatura más la intervención del oxígeno. Dicha reacción es producida por una aceleración de la actividad de los microorganismos que a mayor temperatura estos vienen a reproducirse más gracias a la materia orgánica consumida (Aduvire, 2006).

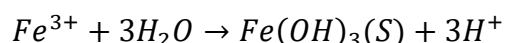
- ✓ Primero: para formarse agua acida primero debe de el azufre pasar por un proceso de oxidación con la intervención del aire y agua (Herrmann & Zappettini, 2014).



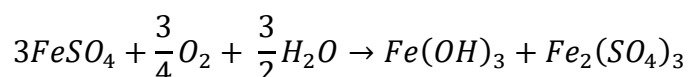
- ✓ Segundo: en esas condiciones, se oxida el hierro ferroso a hierro férrico (Herrmann & Zappettini, 2014)



- ✓ Tercero: el hierro férrico debe de pasar por un proceso de hidrolisis con el fin de generar ácido (Herrmann & Zappettini, 2014).

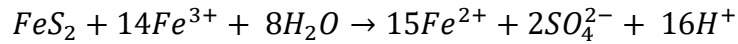


Con los residuos de las reacciones llegan a formarse minerales.



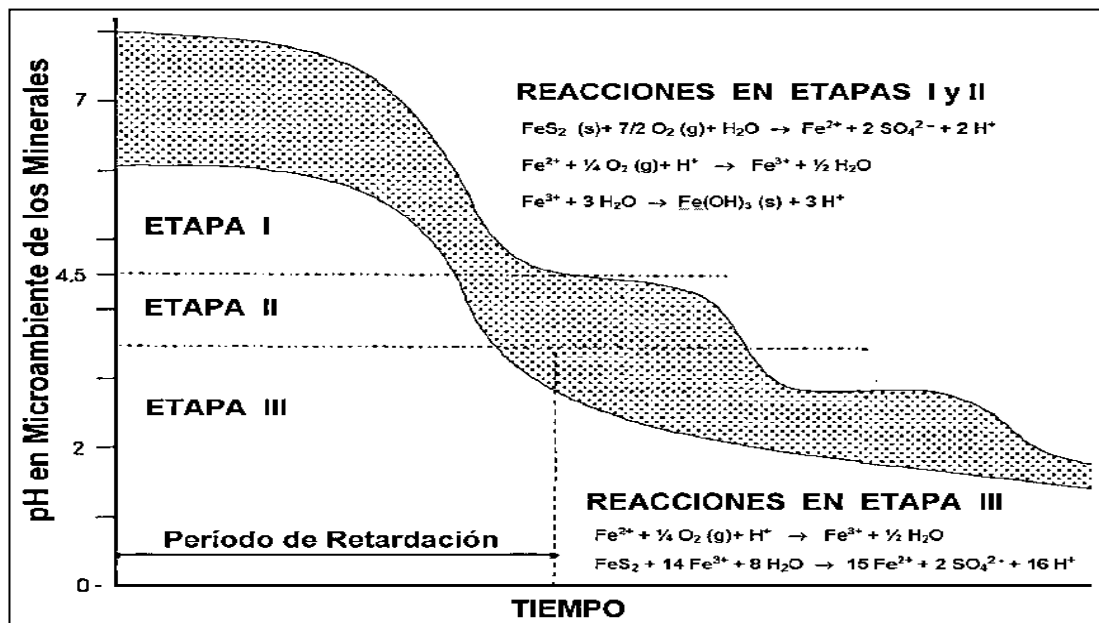
- ✓ Cuarto: en la última parte se da el proceso más peligroso sobre el ambiente debido a los impactos negativos que genera dichos ácidos, el

hierro férrico se convierte en un gran oxidante de la pirita y genera gran cantidad de ácido (Herrmann y Zappettini, 2014).



Las aguas acidas generan impactos negativos sobre el medio ambiente provocando una contaminación y por ende daño al ecosistema y en consecuencia a ello alterando la vida de los seres bióticos que habitan en el agua (Aduvire, 2006).

Figura 2. Etapas en la formación de aguas acidas.

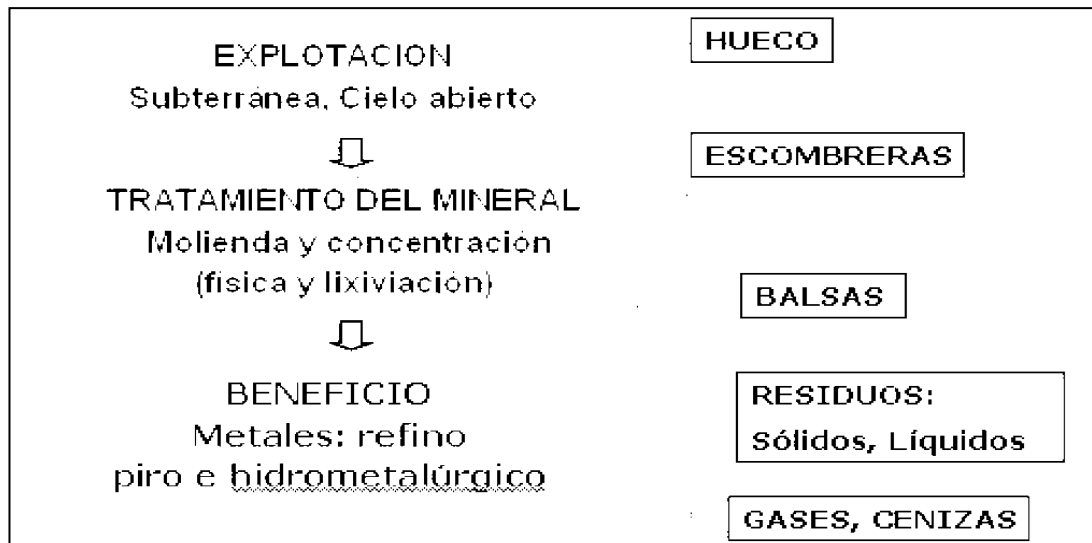


Nota: En el libro de Aduvire, (2006) menciona las etapas de la formación.

La calidad y cantidad del agua acida está relacionada a sus características físicas y químicas de todos los recursos que se ponen en contacto con el recurso hídrico, por ello, para la formación de aguas acida tienen que presentar algunas condiciones como, por ejemplo; la presencia de hierro y suficiente oxígeno para el proceso de oxidación y por último el agua acida de mina depende de su pH (Aduvire, 2006). De la misma forma indica que el agua acida genera impactos totalmente negativos sobre el ambiente y principalmente sobre el agua ya que este es un medio de transporte del contaminante el cual está en contacto con este recurso hídrico y el cual debe de ser sometido a un tratamiento para evitar problemas sobre la flora, fauna y el ser humano al este ponerse en contacto con este contaminante. Por lo que

para estabilizar el pH del agua se debe de hacer uso de coagulantes y que mejor hacer uso de coagulantes naturales que no generan impactos significativos sobre el ambiente ya que viene a ser un recurso renovable de gran importancia, gran variedad que tiene Huancavelica.

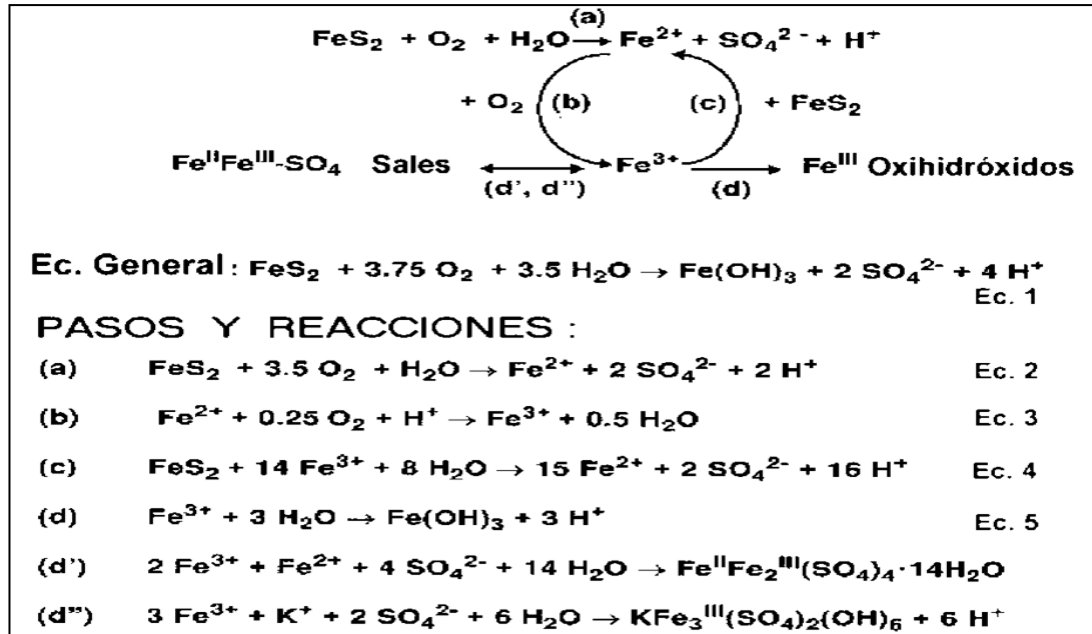
Figura 3. Fuentes de generación de residuos y drenajes ácidos.



Nota: Aduvire, (2006) en su libro explica las fuentes de generación y como este puede generar aguas acidas, fuente

Los drenajes acidos mayormente dependen de la ubicación en la que esta el nivel freatico, superficie descubierta, composición de minerales, de los aspectos meteorológicos y otros, que generan alteración y disolución de los minerales (Aduvire, 2006).

Figura 4. Reacciones que caracterizan la oxidación de un sulfuro en la generación de aguas acidas.



Nota: Aduvire, (2006).

Los metales pesados tienen peso atómico elevado mayor a 44 está conformando por un grupo de 40 elementos con una densidad mayor igual a 5 g/cm, muchos de estos elementos son esenciales para el desarrollo, pero cuando estos elementos están en altas concentraciones tienen un resultado tóxico sobre las células. Los metales pesados más tóxicos y negativos para la salud son el plomo, mercurio y cadmio (Volesky, 1994). Los metales pesados son caracterizados mediante las normas EPA ya sea por flama, granito o hidruros los cuales estos métodos cuantifican por EAA la concentración exacta del mineral disuelto en el agua, dichos procedimientos son realizados en el laboratorio y requieren de un profesional capacitado llevar a cabo dichos procedimientos.

Varios metales generan gran preocupación ambiental debido a su potencial de toxicidad química.

Según Da Ros (1995), el recurso hídrico contaminado viene a ser la alteración negativa lenta o rápida de su índice de calidad, debido a la modificación de su composición y estos pueden originarse de varias fuentes.

Las fuentes de contaminación del agua pueden ser naturales o artificiales. Sin embargo, la contaminación antropogénica se concentra en zonas concretas siendo estos los contaminantes más peligrosos, que los emitidos por las fuentes naturales (Dolores, 2011).

“La contaminación antropogénica presenta cuatro focos principales como: La industria los vertidos urbanos la navegación y la agricultura y ganadería”. (Dolores, 2011, p.15)

Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos de la misma forma biológicos que son afectados por contaminantes.

Físicas	Químicas	Biológicas
Color	pH, O ₂ disuelto (OD), DBO ₅ ,	
Olor y sabor	DQO, COT, Nitrógeno total,	
Conductividad	Fósforo total, Aniones: Cl ⁻ ,	Bacterias
Temperatura	NO ³⁻ , NO ²⁻ , PO ₄ ³⁻ , S ²⁻ ,	coliformes, Virus,
Materiales en suspensión	CN ⁻ , F Cationes: Na ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , NH ⁴⁺ , Metales	Microorganismos
Radiactividad	pesados, Compuestos orgánicos	Animales, Plantas
Espumas		

Nota. La alteración del agua se puede dar por contaminación Física, Química y Biológica (Dolores, 2011).

La descripción del Hierro es el siguiente:

Tabla 3. Datos del metal hierro.

Descripción	Dato
Símbolo	Fe
Nº atómico	26
Peso atómico	55.847 g/mol
Color	Negro lustroso o gris azulado
Propiedades físicas	Dúctil, maleable, tenaz

El 4,7% de la corteza de la Tierra está formado por hierro esto debido a que su núcleo está compuesto por hierro y níquel, los minerales principales del hierro son la hematita, Fe_2O_3 y la limonita, $Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$, el desarrollo del hierro (fierro) más conocido es en la producción de aceros estructurales, también en producciones grandes de hierro fundido y de hierro forjado (Gunnar, 1998).

El hierro al estar en concentraciones demasiadas elevadas en el agua, puede originar daños e incluso la muerte, provocando precipitaciones y coloración no deseada (Gunnar, 1998).

El hierro elemento químico metálico con poca probabilidad de ser encontrar en las aguas superficiales de forma natural, pero si hay presencia de hierro se oxida con el oxígeno disuelto y forma herrumbre en el fondo del flujo; en cambio las aguas subterráneas tienen mayor incidencia de este elemento por la baja concentración de oxígeno disuelto (Adam & Bauder).

La relación del recurso hídrico y el metal pesado hierro se encuentran en una concentración entre rangos de 0 a 50 mg/l, mientras la OMS parametra en valores menores a 0.3 mg/l. A medida que el agua se filtra por el suelo y las piedras puede disolver estos minerales y acarrearlos hacia el agua subterránea (Azcona y Ramírez, 2015).

Así mismo, la descripción del Plomo es el siguiente:

Tabla 4. Información del metal pesado plomo.

Descripción	Dato
Símbolo	Pb
N° atómico	82
Peso atómico	207.2 gmol
Color	Gris oscuro o mate
Propiedades físicas	Dúctil, maleable, tenaz

Se encuentra en la corteza terrestre en forma de carbonatos y sulfuros, este metal es empleado por el hombre como aditivo de combustibles y formación de pesticidas. Desde la óptica fisicoquímico, el plomo forma complejos de cierta estabilidad con nitratos, cloruros y cianuros (Marin, 2003). Es maleable, es muy resistente a la corrosión y forma con facilidad aleaciones (Ministerio del medio ambiente, 2006).

La interacción del hombre con el plomo puede afectar gravemente al sistema nervioso, reproductivo, cardiovascular e inmunológico (Azcona y Ramirez, 2015).

el agua y el plomo al interactuar presenta niveles de 0,4 a 0,8 mg/l en aguas naturales. Las industrias Mineras son los que más usan el agua, por lo tanto,

generan una gran cantidad de residuos y aceleran el grado de contaminación del agua en nuestro planeta (Azcona y Ramirez, 2015).

Por ende, es totalmente importante hacer uso del coagulante natural con el fin de remover metales pesados contenidos en el agua acida de minea y de esta forma inhibir los impactos que generan esta actividad sobre el medio ambiente y específicamente sobre el recurso hídrico el cual es de vital importancia para el ser humano ya que si hay escasez o contaminada no pudiese el hombre satisfacer sus necesidades y gozar de buena salud.

Puesto que por la alta contaminación por metales pesados es importante encontrar método de análisis que nos permiten conocer el nivel exacto del metal en el agua, específicamente en lugares industrializados y cercanas a lugares de abastecimiento de agua a personas, para controlar la calidad de agua que se consumen como es el método de espectrometría de absorción atómica, espectrometría de plasma de acoplamiento inductivo, técnicas fotométricas y técnicas electroquímicas (Pabón, Benitez, Sarria-Villa, & Gallo, 2020)

En el año (2022) los coagulantes son utilizados durante el tratamiento de aguas residuales, son productos químicos que son utilizados con el fin de remover sólidos que pueden encontrarse en el agua, también clarifican y suavizan el agua. Con la coagulación se obtiene una masa gelatinosa que al aumentar su tamaño es más fácil atraparlas en el filtro.

La coagulación es un proceso de desestabilización química de las partículas coloidales que se producen al neutralizar las fuerzas que los mantienen separados, por medio de la adición de los coagulantes químicos y la aplicación de la energía de mezclado (Cardenas, 2000).

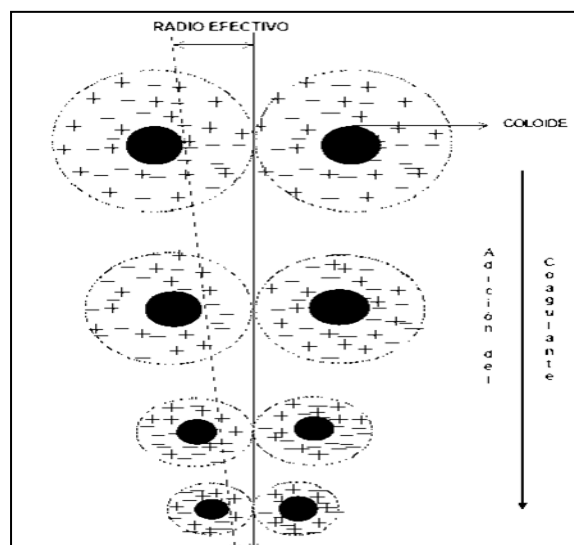
Flores (2011) afirma que la coagulación es una serie de pasos por tanto se forman partículas gelatinosas por medio de la adición de coagulantes en el agua y el uso mezclado de la energía, lo que genera la desestabilización de las partículas suspendidas al neutralizar las cargas coloidales cargados negativamente. Uno de los tratamientos más eficaces para lograr eliminar cualquier impureza del agua es mediante la coagulación, debemos tomar en

cuenta que las dosis de coagulantes restringe el funcionamiento de las unidades de sedimentación. Es por ello que si la cantidad de coagulante no es conveniente será imposible realizar una buena clarificación.

En el año (2022) los coagulantes son utilizados durante el tratamiento de aguas residuales, son productos químicos que son utilizados con el fin de remover sólidos que pueden encontrarse en el agua, también clarifican y suavizan el agua. Con la coagulación se obtiene una masa gelatinosa que al aumentar su tamaño es más fácil atraparlas en el filtro.

Los coagulantes se usan generalmente en el tratamiento de aguas naturales e industriales para aglomerar los sólidos en suspensión (Rivas et al.,2017).

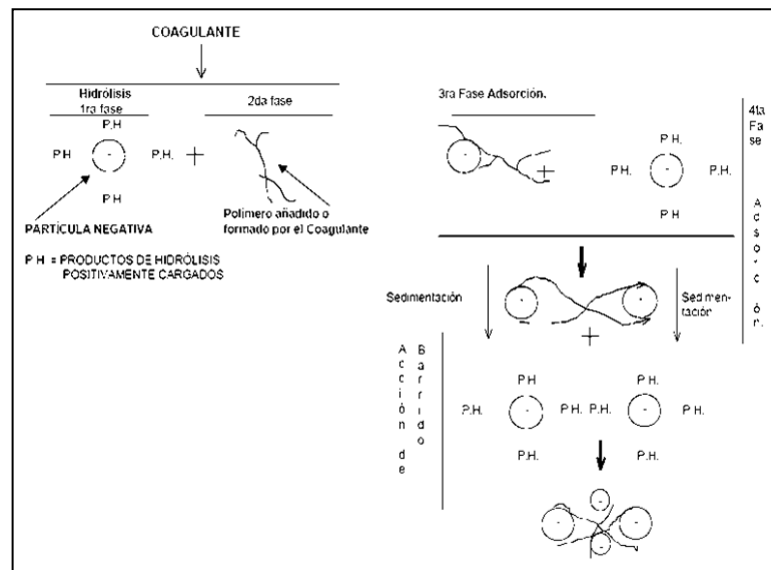
Figura 5. Influencia o mecanismo de acción de los coagulantes.



Nota. La figura indica la neutralización de cargas, originados por un determinado coagulante. Fuente: Cardenas (2000).

La coagulación viene a ser un proceso unitario el cual se lleva a cabo mediante un proceso de hidrolisis el cual trata en desestabilizar algunas partículas que se encuentran suspendidas en el agua, esto establecido por (Cardenas, 2000).

Figura 6. Etapas que suceden en un proceso de la coagulación.



Nota. La presente figura da a conocer las etapas o mecanismos de acción de la coagulación en un plazo corto. Fuente: Cardenas (2000).

Existen dos tipos de coagulación:

El coagulante sintético es un tipo de coagulante líquido con carácter inorgánico e orgánico. Este tipo de coagulante actúan se llevan a cabo en aguas residuales para poder tratar de desestabilizar toda la materia disuelta y suspendida que se pueda encontrar. esto pasa a formar coágulos que podrían llegar a separarlo por procesos solido-líquidos. (servyeco, s.f.)

Los coagulantes orgánicos son una fuente de elección con grande capacidad, son biodegradables lo cual ayuda al medio ambiente al no generar daño. Los coagulantes orgánicos provienen mayormente de origen vegetal y tienen presencia de coagulantes como las proteínas, carbohidratos y taninos. Entre algunos de estos se encuentra las semillas se una gran variedad de plantas. Una las semillas tienen como nombre moringa oleífera, esta semilla contiene muchos componentes activos, la mayor cantidad son de proteínas catiónicas de diferente peso molecular, también posee una capacidad antimicrobiana que facilitaría el uso. (Calle, 2021)

De la misma forma existen coagulantes de adsorción, así como de barrido los cuales se emplea cuando existe una gran cantidad de congregación de partículas en estado coloidal en cualquier cuerpo de agua con turbidez. Al momento de añadir el coagulante a nuestro recurso hídrico los componentes solubles de los coagulantes son absorbidos por los coloides, posteriormente se formará de manera muy rápida los flocos. (Córdova & Merino, 2019).

“se realiza cuando un cuerpo de agua se encuentra con una mínima de turbidez, y las partículas son mínimas. Al presentarse esta situación las partículas se retienen al obtener sobresaturación de precipitaciones de sulfato de aluminio” (Córdova & Merino, 2019, p. 27).

Los coagulantes convencionales son por lo general las más comunes y son utilizables en los tratamientos de aguas. son sales ácidas que logran disminuir el pH del agua, teniendo en cuenta del tipo de agua que se tratara, es realmente necesario tener en cuenta que cantidad de un álcali, soda o soda cáustica se debe agregar. (CLARIFICACIÓN DE AGUAS USANDO COAGULANTES POLIMERIZADOS: CASO DEL HIDROXICLORURO DE ALUMINIO, 2011)

Algunos de los compuestos inorgánicos son de aluminio o hierro:

- ✓ Sulfato ferroso
- ✓ Sulfato férrico
- ✓ Sulfato de aluminio
- ✓ Cloruro férrico
- ✓ Aluminato de sodio

En los últimos 25 años se logró un gran desarrollo sobre nuevas generaciones de coagulantes inorgánicos como es el PAC`s. a diferencia de los convencionales, estos se clasifican debido a sus propiedades de especiación química. Los PAC`s contienen una estructura estable ante posteriores hidrolisis, esto ayuda a obtener una mayor eficacia en la coagulación. El sulfato de aluminio es considerado uno de los más eficientes dadas a muchas ventajas, ya producen menor cantidad de lodos, además la temperatura y el

pH son independientes, no obstante, no todo es beneficioso, esto puede ser afectado por diferentes parámetros como el tipo de agua y otras condiciones de operaciones específicas. (CLARIFICACIÓN DE AGUAS USANDO COAGULANTES POLIMERIZADOS: CASO DEL HIDROXICLORURO DE ALUMINIO, 2011)

Los coagulantes que se emplean en la actualidad son:

“La coagulación química se utilizó para desestabilizar suspensiones coloidales, logrando la precipitación de especies metálicas e inorgánicas eliminadas por sedimentación y/o filtración de corrientes de agua”. (Castellanos & Martin, 2020, p. 34)

- Las técnicas de medición de separación están basadas en la dimensión de sus partículas.
- Los coagulantes mayores empleados son las sales que contienen hierro, cal, polímeros, como también aluminio u otros.

Algunas ventajas son:

- son usados a grandes escalas
- La eficiencia en la disminución de los diferentes parámetros.
- Tienen una mayor eficacia en la formación de flóculos
- Logran disminuir la turbidez inorgánica y orgánica que no logran sedimentar ligeramente.

“El coagulante natural son composiciones orgánicas de fuente de origen biológico predominan derivados de almidón y celulosa extractos vegetales, algunas gomas, quitosana y alginatos”. (Córdova & Merino, 2019, p. 28)

Algunas ventajas de usar coagulantes naturales son:

- Tiene un bajo costo de producción además elimina patógenos.
- Logra disminuir el color aparente y verídico
- Logra eliminar mayormente algas y plancton
- Logra formar lodos artificiales, gracias a esto se puede realizar un tratamiento con mayor eficacia

Los principales coagulantes:

“Los principales coagulantes utilizados son las sales de aluminio o de hierro. En algunos casos, pueden utilizarse igualmente productos de síntesis, tales como los polielectrolitos catiónicos” (Degremont, 2017, p. 2)

Sales de hierro:

- El cloruro férrico generalmente se encuentra en forma líquida y cristalizado
- Sulfato ferroso + cal
- Sulfato ferroso + cloro
- Sulfato ferrico + cal
- Cloruro férrico + cal
- Sulfato férrico
- Cloruro férrico + aluminato sódico

Otros coagulantes

- Sulfato cúprico
- Sulfato cúprico + cal
- Ozono

Sales de aluminio

- El sulfato de aluminio se encuentra mayormente en el estado líquido o sólidos
- El cloruro de aluminio se encuentra mayormente en el estado líquido
- Sulfato de aluminio + cal
- Sulfato de aluminio + soda caustica
- Sulfato de aluminio + carbonato sódico
- Aluminato sódico

El opuntia floccosa es un cactáceo que comúnmente crece en las zonas altoandinas de nuestro país, pudiendo encontrarse en aproximadamente 4000 msnm, y sus características comúnmente son de 25 a 40 cm de longitud, un

promedio de 8 cm de diámetro y tienen formas cilíndricas largas acompañados de pelos blancos entrelazados (Ostolaza, 2011).

Son hojas modificadas, estas evitan que la planta pierda demasiada humedad en forma de evaporación. También son una formidable estrategia de defensa.

Tabla 5

Evaluación de la caracterización en laboratorio de la especie Opuntia como coagulante en aguas acidas de mina.

Análisis	Resultados
Humedad (%)	7.37
Fibra (%)	0.22
Proteína (%) f = 6.5	0.17
Ceniza (%)	3.6
Grasa (%)	0.93
Carbohidratos	87.71

Nota. caracterización del cactáceo *Opuntia floccosa* según Caparachin y Salas (2017).

La especie *Opuntia Floccosa* en la salud sirve como un tratamiento para hombres con problemas prostáticos, asimismo, en niños son aplicados para combatir la anemia ferropénica, de la misma forma sirve como antibiótico y antioxidante, funciona como bactericidas inmunodeficientes, otra de las características de esta especie es que cuenta con una alta cantidad de potasio el cual viene a ser un bioelemento en las fases de sinapsis, asimismo el contenido de potasio que se encuentra en esta especie regula y mejora el sistema cardíaco y circulatorio, asimismo, trata un conjunto de enfermedades venéreas o de transmisión sexual como gonorrea, sífilis y otras enfermedades hasta de carácter de transmisión (Ayala, 2011).

Esta plantita genera el proceso de coagulación gracias a las características alginicas que tiene este coagulante, los cuales se encuentran en grupos funcionales (Caparachin y Salas, 2017).

Algunas de las sinonimias del *Opuntia floccosa* son:

- “*Austrocyllindropuntia floccosa*”
- “*Tephrocactus floccosus*”
- “*Maihueniopsis floccosa*”

- “*Opuntia atroviridis*”
- “*Tephrocactus atroviridis*”
- “*Opuntia udonis*”
- “*Tephrocactus udonis*”
- “*Opuntia verticosa*”
- “*Austrocylindropuntia lauliacoana*”

(Walter, 2021)

La taxonomía del opuntia floccosa es la siguiente:

- “Reino: *Plantae*”
- “Subreino: *Tracheobionta*”
- “División: *Magnoliophyta*”
- “Clase: *Magnoliopsida*”
- “Subclase: *Caryophyllidae*”
- “Tribu: *Austrocylindropuntieae*”
- “Género: *Austrocylindropuntia*”
- “Especie: *Opuntia floccosa (Salm-Dyck) F.Ritter*”

(Walter, 2021)

En la prueba de jarras vamos a utilizar algunas variantes en nuestra dosis del polímero o coagulante en cada jarra las cuales son seis jarras, por lo tanto vamos a utilizar un número determinado de los coloides y de la materia orgánica esto se llevaría a cabo cuando hubiera un aumento de floculación; esto tiende a tener una similitud de los procesos unitarios de coagulación, floculación y sedimentación, en aquí haciendo un ajuste con en el pH donde llega a tener unos datos de en los que la floculación este obtiene su resultado. Primero se tiene que estudiar la muestra y un concepto de pruebas de jarras es cuantioso puede explicar detalladamente todo acerca de la regla del régimen de aguas de todo su ciclo. En lo general la adquisición del agua tratada con ciertas propiedades ya sean fisicoquímicas, nosotros podemos estudiar con los procesos de clarificación, desinfección y control de parámetros organolépticos (Barbosa Ramírez., 2019).

Según Barboza de acuerdo con Romero (2019) necesitamos estar informándonos sobre “el desarrollo de clarificación, en este va consistir en las impurezas que estén presentes en el agua donde su naturaleza va ser física, química o biológica”.

Se observará uno de los errores físicos que son partículas, por lo que nosotros examinaremos los rígidos en suspensión y coloidales. Los coloidales se pueden cambiar su respectivo tamaño, sabiendo que muchas son pequeñas y otras medianas o enormes.

Figura1. Prueba de jarras



Nota. Tomada de (Navarro, 2022)

La prueba de jarras se lleva a cabo siguiendo los siguientes procedimientos que se presentan al pie de este escrito

- ✓ Primero se necesita 12 litros, ponemos 2 litros en los seis recipientes.
- ✓ Se tuvo que obtener la mezcla ligera intensa y de corto plazo y este sería de 01 minuto luego se medirá una mezcla que va ser muy lenta precisamente 25 minutos, para terminar este se deja descansar de 10 minutos sin mezcla.
- ✓ Se examinará las dosis para luego poner una dosis diferente en cada jarra, en ese instante se obtendrá una la mezcla ligera.
- ✓ Se utiliza el software secuencial.
- ✓ Después de un determinado tiempo tenemos que observar el volumen de lodos generados.
- ✓ Obtendremos los análisis de los parámetros de cada jarra
- ✓ Tenemos que sacar agua clarificada

- ✓ Se tendrá que estudiar los siguientes parámetros como pH, Turbidez, Temperatura, DQO, Fosfatos, etc.
- ✓ Y luego se hace una supervisión, es una prueba de corta duración, obtendremos unos datos que los resultados va obtener el examen en el laboratorio de los parámetros.

Sus fines son lo siguiente.

- El primero fue en que varios casos de muchas carreras, este sean ingenieros o contadores, se observó que platearon para poder desarrollar de tratamiento potable.

Y para esto tuvieron que investigar acerca de cuál fue el mejor lugar para llevar a cabo su investigación, donde ellos tuvieron varias preguntas sobre la zona donde podrá ser distribuida, este tratamiento fue realizado por el hecho de querer ayudar a la población en general.

En el segundo caso tiene que tener un tratamiento adecuado y tener a los mejores profesionales para aquel papel

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Según Gonzales et al (2014) en su libro exponen que las investigaciones que son de tipo **aplicada** hacen uso de un conjunto de conocimientos que fueron obtenidos en investigaciones básicas, de la misma forma mencionan que en las investigaciones aplicadas el investigador busca dar solución a los problemas planteados en el estudio (p. 160).

De la misma forma Niño (2011), da a conocer en su libro de metodología de investigación que las investigaciones de tipo **aplicada** están enfocadas en darle solución al problema planteado en la investigación por lo que dicho problema tiene que estar adecuadamente planteada.

La tesis fue de tipo **aplicada**, ya que la investigación pretende hacer uso de informaciones teóricas o bibliográficas con el fin de resolver

problemas, por lo que en la presente investigación se pretende tratar aguas acidas de mina exclusivamente en la remoción de plomo y hierro haciendo uso la especie *Opuntia* como coagulante en el tratamiento de dichos metales pesados.

Gonzales et al. (2014), mencionan que las investigaciones de nivel **explicativo** evalúan variables dependientes a partir de las independientes las cuales pueden o no someterse a ser manipuladas las cuales dependen del investigador por lo que en la investigación se analiza la causa y efecto (p.163-164).

Asimismo, indica que el nivel **explicativo** tiene por objeto realizar investigaciones que generen ocurrencias de un determinado echo con el fin de explicar el efecto que genera la variable independiente sobre el dependiente.

Según Hernandez (2001), menciona que las investigaciones con diseños **experimentales** vienen a ser cuando el investigador manipula la variable independiente con la finalidad de obtener posibles resultados diferentes los cuales se someterán a una prueba estadística inferencial (p.163).

Según (Gonzales et al., 2014), en su libro ¿Cómo aprender y enseñar investigación científica? expone que las investigaciones que emplean un diseño experimental hacen uso de comparaciones entre grupos o factores en el caso de esta investigación se hizo uso de los factores de tiempo y concentración.

La tesis fue **explicativo** donde la variable independiente viene a ser el *Opuntia floccosa* (Huaracco) el cual fue manipulada en diferentes concentraciones y tiempos con el fin de lograr identificar el tiempo y concentración óptimo en la remoción de los metales pesados en estudio de la presente investigación.

De la misma forma la investigación tuvo un enfoque **cuantitativo** debido a que la medición se realizó mediante la cuantificación y medición de un conjunto de repeticiones, formulando tendencias y por

ende se planteó hipótesis con el fin de construir nuevas teorías esto fundamentado por (Monje, 2011).

La presente investigación fue de enfoque cuantitativo debido a que se recolectó una base de datos de carácter discreta y continua de las remociones del plomo y hierro tratados con la especie *Opuntia floccosa* como coagulante en el tratamiento de aguas ácidas de mina. Dichos resultados pasaron por un análisis estadístico descriptivo, exploratorio e inferencial, asimismo pasaron por una prueba de normalidad y homocedasticidad, Fisher y Tukey por lo que le hace de un carácter de enfoque cuantitativo.

3.2. Variables y Operacionalización

Variables:

Variable independiente (VI): Coagulante (*Opuntia floccosa*)

Variable dependiente (VD): Remoción de hierro y plomo

Operacionalización de variables:

La operacionalización de las variables se puede visualizar en el Anexo N°3

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

Población

De acuerdo con Levin (1979), “La población o universo es el conjunto de objetos que comparten por lo menos una característica”, citado por (Gonzales et al., 2014), La Minera Kolpa, de propiedad de la Compañía Buenaventura es una mina subterránea de plata en vetas angosta.

La población a ser estudiada en este trabajo de investigación será 60000 m³ correspondientes a la represa del agua ácida esto de acuerdo al Expediente N° 1075-2018-OEFAIDFAIIPAS emitido por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.

Muestra

Según Hernandez (2019), “la muestra es un subgrupo de la población o universo sobre el cual se recolecta datos pertinentes, y deberá ser representativa de dicha población, existe las muestras no probabilísticas, la elección de las unidades dependerá de razones relacionadas con las características y contexto de la investigación” (p.200). Por ende, para esta investigación la selección de la muestra es del tipo no probabilística, se trabajará con el agua ácida de la Minera Kolpa.

Debido a que la investigación es a escala piloto, la muestra estará conformada por 50 L de agua ácida, extraídas de manera aleatoria de la represa 1-2 tiene una capacidad de 1300 m³.

Muestreo

Para poder elegir una técnica de muestreo no depende de la probabilidad, sino más bien de la causalidad vinculada a las características de la investigación o del que ejecuta la muestra, se aclara que el proceso no viene a ser mecánico tampoco tiene base en la probabilidad; pues dependerá del proceso en la toma de decisiones del investigador o del grupo de investigadores en efecto, las muestras que se eligen estarán bajo criterios de investigación, como por ejemplo la técnica no pirobalística (Hernández, 2019).

Según Niño (2011), el muestreo no probabilista por conveniencia “busca acceder a muestras de manera intencional en base a un criterio el cual sea conveniente para el estudio”.

En base a lo descrito, se menciona que la presente investigación aplicó la técnica de muestreo no probabilístico, y que se seleccionó las muestras en función a un “conocimiento y juicio profesional” (muestreo discrecional).

Unidad de análisis

La unidad de análisis es el elemento de interés que se analizara o estudiara en una investigación (Hernández, 2014). En la unidad de análisis estuvo conformado por cada litro de agua del agua acido minero.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Técnica

Consiste en observar de forma minuciosa el fenómeno, hecho o caso, identificar la información necesaria y registrarla para el análisis respectivo. Existe una modalidad la cual es la observación estructurada en la que se apoya de elementos técnicos, como: fichas, cuadros, tablas, etc., por ese detalle es denominado como observación sistemática. Posee también material auxiliar como: "fichas, récords anecdóticos, grabaciones, fotografías, listas de chequeo de datos, escalas, etc. Hernández" (2019). En ese sentido, la presente investigación plantea recopilar sus datos a través de la técnica observacional estructurada, haciendo uso de un recurso auxiliar para este caso fichas de recolección de datos. A continuación, se muestra las diferentes técnicas que se usaron en cada fase de la tesis.

Fase	Fuente	Técnica	Instrumento	Resultado
1. Identificación del área de estudio	Aguas acidas de la minera Kolpa.	Ficha N° 1. Cuaderno de campo (Anexo 2)	Ficha N° 1. Cuaderno de campo (ANEXO 2).	Área de estudio identificado
2. Ubicación del punto de muestreo y determinación del volumen.	Vertimiento de aguas acidas de mina al rio Escalera.	Ficha N° 2. Cadena de custodia (Anexo 2)	Ficha N° 03 recolección de la base de datos de las aguas servidas.	Punto de muestreo ubicado y caudal determinado.
3. Recojo de las muestras de agua acida y opuntia floccosa para el análisis inicial de los parámetros físico-y químicos	Salida del vertimiento de aguas acidas de la minera Kolpa S.A.	Ficha N°3. Recolección de datos antes del tratamiento (ANEXO 2)	Recolección de datos del anexo N° 02 base de datos de las 29 pruebas en el laboratorio	Obtención de 50L de agua residual domésticas. Datos de los parámetros físicoquímicos iniciales y opuntia floccosa
4. Tratamiento de las aguas acidas de mina	Laboratorio	Ficha N°4. Recolección de datos de los 15 tratamientos cada uno con 5 repeticiones para las pruebas en el laboratorio (ANEXO 2)	Ficha N° 01 recolección de datos de los parámetros físico, químicos y microbiológicos o cadena de custodia	Agua acida de la minera Kolpa S. A
5. Análisis final de los parámetros físicoquímicos.	Laboratorio	Ficha N°5. Recolección de datos de los parámetros físicos y químicos a condiciones óptimas (ANEXO 2).		Datos de los parámetros físicoquímicos del agua acida minera.

- Instrumentos

En el estudio realizado se aplicó un instrumento adecuado el cual permite conocer la magnitud de las variables planteadas en la hipótesis. Este tipo de medición es realmente efectiva cuando el instrumento de recolección de datos ayude a la representatividad de las variables que el investigador pretende medir, caso contrario la medida será errada y por ende el estudio pierde credibilidad e interés. En tal sentido no se puede realizar alguna medición que sea perfecta

y/o impoluta puesto que prácticamente es imposible representar de forma precisa las diferentes variables, se debe acercarse lo más posible a la fiel representación de las variables a observar Hernández (2019). Por lo tanto, para la presente investigación se utilizarán los instrumentos como el “espectrofotómetro de absorción atómica para medir la concentración del hierro y plomo antes y después del tratamiento” de la misma forma se utilizará la Balanza analítica (para medir la concentración del coagulante (*Opuntia floccosa*), un equipo de prueba de jarras (% de remoción) y Multiparámetro (para medir el oxígeno disuelto, conductividad, pH y temperatura) y la Ficha de registro de datos en campo y laboratorio. A continuación, se muestra los instrumentos que se tuvieron en consideración según las fases de la tesis.

Ficha 1: se hizo uso de la ficha de campo, en donde se registró aspectos físicos, meteorológicos y/o ambientales

Ficha 2: de la misma forma se hizo uso de la cadena de custodia, en donde se recolectó la información con respecto a la ubicación del área de estudio, nombre del punto de muestreo, coordenadas UTM, nombre del cuerpo de agua, hora y fecha de muestreo.

Ficha 3: En este formato se realizó la recolección de datos fisicoquímicos antes del tratamiento de las aguas acidas de mina antes de emplear la prueba de jarras y el floculante.

Ficha 4: En la presente ficha se recolectó los datos de las 15 muestras analizadas en el laboratorio y cada una de estas con 5 repeticiones con diferentes concentraciones y en diferentes tiempos de coagulación.

Ficha 5: Por último, en esta ficha se recolectaron los datos de los parámetros fisicoquímicos después del tratamiento con el coagulante en la prueba de jarras.

- **Validez del instrumento**

La validación del instrumento se llevó a cabo mediante la evaluación de juicio de 03 expertos con el fin de validar los instrumentos de la presente tesis.

Apellidos y nombres	Nº CIP	I1	I2	I3	I4	I5	% de Validez	Promedio de validez
SILVESTRE SOTO, Nelson	249113	99.5%	85%	90%	90%	90%	90.9%	
ACOSTA SUASNABAR, Eusterio H.	25450	85%	85%	80%	85%	85%	84%	88.3%
Freddy Pillpa Aliaga	19687	90%	90%	90%	90%	90%	90%	

- **Confiabilidad del instrumento de recojo de datos**

El análisis de fiabilidad se no se aplica a fichas o cadenas de custodia solo se emplea a cuestionarios ya sean dicotómicos o de Likert esto según a lo que señala Hernández (2019). Por lo que el instrumento únicamente fue validado por juicio de expertos.

3.5. Procedimientos

La elaboración ejecución y presentación final de la tesis requiere un conjunto de procedimientos que contenga la planificación de manera detallada con el fin de obtener resultados que ayuden a concluir adecuadamente sin cometer errores de cualquier tipo (Hernández, 2019). En esta investigación la fuente del dato fue proporcionada por las muestras del drenaje ácido de la Minera Kolpa y se llevó a laboratorio para su respectivo análisis.

Los resultados que se obtuvieron en el presente estudio estuvo avalado bajo las normativas vigentes como el protocolo, ECAs con la finalidad de evitar cometer errores y mas al contrario se siguió dichos procedimientos para hacer un muestreo adecuado de agua. Por lo que

se siguió un conjunto de procedimientos a los que enumeraremos de manera ordenada según las fases consideradas.

Fase 1: Ubicación del área de estudio. En la primera fase se identificó la ubicación del área de estudio del vertimiento de las aguas acidas de la minera Kolpa S.A hacia el río Escalera el cual tiene la siguiente ubicación.

Distrito : Huachocolpa

Provincia : Huancavelica

Departamento: Huancavelica

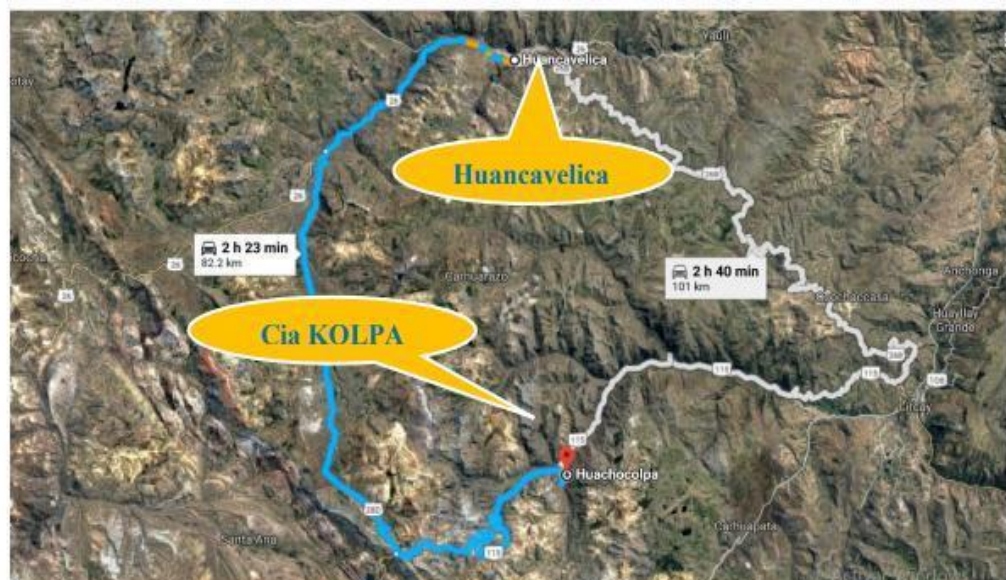
Las coordenadas referenciales del área de estudio son:

- Latitud: 13°02'37.7"S

- Longitud: 74°58'51.7"W

- Altitud: 4500 m.s.n.m

Figura 7. Ubicación y localización del área de estudio



Fuente: Imagen satelital de Google Earth (2021)

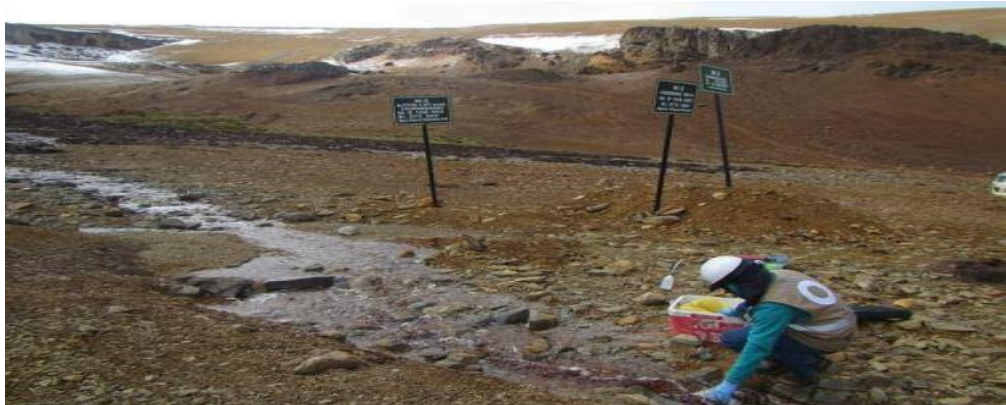
Fase 2. Ubicación del punto de muestreo. El lugar de muestreo se identificó en el punto de vertimiento de las aguas acidas de la Mina Kolpa S.A, el cual está ubicado en las coordenadas UTM WGS 84 N8555958, E501472.

Figura 8. Ubicación de la muestra de agua acida de mina



Fase 3: Recolección de las muestras y análisis inicial de agua acida de mina. Las diferentes muestras fueron recogidas en el vertimiento de las aguas acidas de la Minera Kolpa S.A hacia el río escalera, dichos análisis fueron puntuales según el protocolo de monitoreo de agua establecidos por la ANA.

Figura 9. Muestreo de agua acida de mina



Fuente: propia

De la misma forma se recolecto en campo el coagulante *Opuntia Floccosa*, para luego secarlo, cortarlo, tritararlo y por último tamizarlo en el laboratorio de microbiología de la Universidad Nacional de Huancavelica.

Figura 10. Recolección del coagulante *Opuntia Floccosa*



El análisis de hierro y plomo se llevó a cabo en el laboratorio de la Universidad Nacional de Huancavelica, siguiendo los siguientes procedimientos:

- Utilizamos equipos de protección personal y colectivo para evitar la contaminación.
- Se prepararon los materiales e instrumentos a utilizar previa verificación del estado en el que se encuentran.
- Se preparó los estándares de calibración del espectrofotómetro de absorción atómica.
- Toda preparación se realizó con agua destilada, ionizada y ultra pura, con la finalidad de no contaminar las muestras.
- Se instaló las lámparas de cátodo hueco uni-elementales para plomo y hierro.

- Se calibro el equipo a un 99% con la línea de tendencia central precisa y exacta.
- Se prepararon las muestras, blancos, duplicados y estándares y luego se corrió cada muestra según las normas EPA que indican los procedimientos para cada elemento químico.
- Una vez culminado la preparación de las muestras estos fueron degustados por un digestor Hotblok añadiendo ácido clorhídrico para destruir todas las partículas y transferirlas de solido a agua.
- Después de la digestión se pasó a filtrar para separar el sólido del líquido, para luego ser leído por el espectrofotómetro de absorción atómica.
- Una vez obtenido los valores de la concentración de hierro y plomo que arrojó el espectrofotómetro de absorción atómica se pasó a calcular las concentraciones reales según la disolución por cada muestra.
- Por último, se pasó a limpiar, desinfectar y esterilizar los materiales utilizados durante el procedimiento.

Fase 4. Tratamiento de las aguas acididad de mina con el coagulante *Opuntia Floccosa*. La prueba de jarras se llevó a cabo en el laboratorio a escala piloto de la planta de tratamiento de agua potable de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado EMAPA-Huancavelica.

Figura 11. Preparación del coagulante *Opuntia Floccosa*



Figura 12. Secado y trituración del coagulante *Opuntia Floccosa*



Figura 13. Administración del coagulante *Opuntia Floccosa*

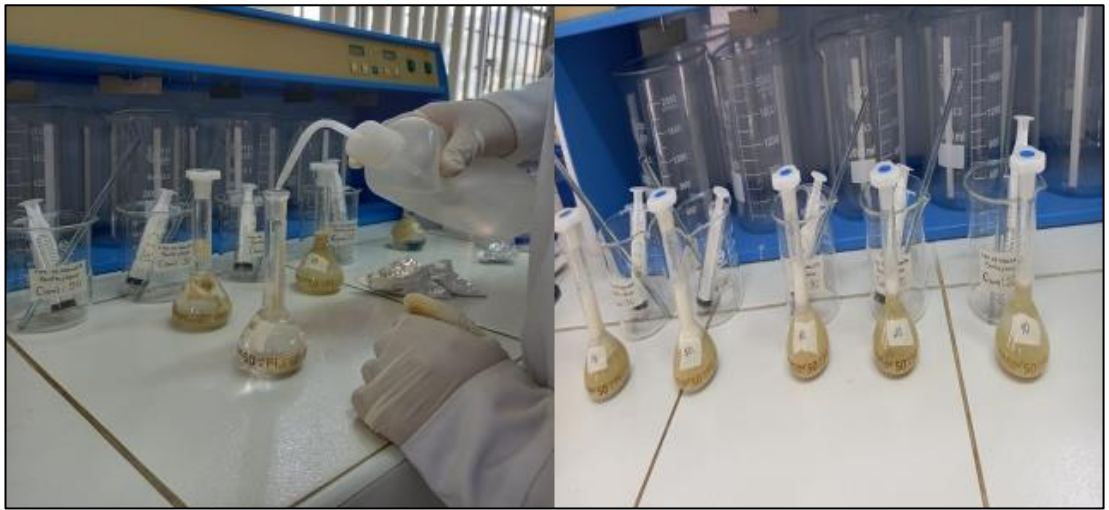


Figura 14. Análisis del tiempo y concentración de coagulación de flocs con coagulante *Opuntia Floccosa*.



3.6. Métodos de análisis de datos

El análisis de datos descriptivo e inferencial se llevó a cabo con un paquete estadístico denominado SPSS, asimismo se hizo uso del Excel para organizar los datos a ser procesados, de igual forma el análisis inferencial fue realizado previo análisis de normalidad y homocedasticidad, los cuales permitieron aplicar el análisis factorial de ANOVA.

3.7. Aspectos éticos

La presente tesis fue elaborada al 100% con total honestidad y la base de datos sé que recolecto fueron validados por el laboratorio, asimismo, la validación de instrumento fue llevado a cabo mediante juicio de expertos quienes evaluaron el contenido, estructura y constructo de los instrumentos aplicados en la presente investigación y por último se adjunta el software antiplagio mediante el software Turniting con la finalidad de dar a conocer la legibilidad de la presente tesis.

IV. RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados

4.1.1. Obtención del coagulante *opuntia floccosa*

Representación del análisis químico proximal del coagulante Opuntia Floccosa.

Tabla 6. Análisis Físicoquímico de la especie usada en la presente investigación

Análisis	Resultados
Humedad (%)	7.05
Ceniza (%)	2.49
Proteína (%)	0.15
Grasa (%)	0.81
Fibra (%)	0.25
Carbohidratos (%)	85.35

Nota: Resultados del laboratorio de control de calidad de la facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la UNCP

En la presente tabla se muestra el análisis físicoquímico del coagulante que fue analizado en el laboratorio del centro del Perú, en donde se evaluó la humedad, ceniza, proteína, grasa, fibra y carbohidratos dando como resultado que la especie utilizada como coagulante posee una humedad del 7.05%, ceniza 2.49%, proteína 0.15%, grasa 0.81%, fibra 0.25% y carbohidratos 85.35%. dichos resultados fueron analizados antes de manipular la especie como coagulante.

Tabla 7. Base de datos del peso inicial con el peso final de la especie utilizada como coagulante

N°	Peso	Peso después del pelado del cactáceo
Dato mínimo	16.054	13.798
Dato máximo	187.154	176.586
Dato promedio	78.68	67.92

Nota: Los datos presentados en la tabla son el resumen del procedimiento que se realizó para la obtención del coagulante donde se utilizó 160 muestras, la tabla completa se anexa en el apéndice n°2.

Tabla 8. Análisis de la muestra tamizada según su peso

Tamiz	Peso
30	221.21
40	122.21
50	65.21
Pasante (coagulante)	152.21
Peso total seco	560.825

Nota: Los datos presentados en la tabla son el peso pasante, el pasante se utilizó como coagulante.

4.1.2. Caracterización de las aguas contaminadas de la minera

Tabla 9. Caracterización fisicoquímica del agua acida de mina

Parámetro	Definición
Temperatura	16.9
Ph	2.71
Turbiedad	62.8521
Hierro	19.9812
Plomo	4.4561

Nota: datos del reporte del análisis de agua.

4.1.3. Remoción del Hierro y Plomo con coagulante *Opuntia floccosa*

Tabla 10. Resultados del parámetro hierro en el tratamiento con *Opuntia* en 2 minutos de prueba de jarras.

Tiempo de coagulación: 2 min					
Concentración del coagulante <i>Opuntia floccosa</i>					
Repetición	10 ppm mg/L	20 ppm mg/L	30 ppm mg/L	50 ppm mg/L	70 ppm mg/L
1	4.2551964	4.1237201	4.6736027	1.5552924	9.1507902
2	4.2422086	4.1347097	4.7145641	1.5608924	9.1691729
3	4.2078409	4.1456994	4.7057724	1.5208224	9.2057385
4	4.2338165	4.1502847	4.6782031	1.5448904	9.1871559
5	4.2735791	4.1373073	4.6775989	1.5200224	9.1551860

Nota: datos del reporte del análisis de agua.

Tabla 11. Resultados de la remoción del metal pesado hierro en 2 minutos con la especie *Opuntia* como coagulante

Tiempo de coagulación: 120 s					
Repeticiones	Concentración del coagulante <i>Opuntia floccosa</i>				
	10 ppm	20 ppm	30 ppm	50 ppm	70 ppm
	%	%	%	%	%
1	78.70	79.36	76.61	92.22	54.20
2	78.77	79.31	76.41	92.19	54.11
3	78.94	79.25	76.45	92.39	53.93
4	78.81	79.23	76.59	92.27	54.02
5	78.61	79.29	76.59	92.39	54.18

Tabla 12. Resultado de la concentración del metal pesado hierro a un tiempo de cinco minutos de coagulación en la prueba de jarras

Tiempo de coagulación: 5min					
Repetición	Concentración del coagulante <i>Opuntia floccosa</i>				
	10 ppm	20 ppm	30 ppm	50 ppm	70 ppm
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
1	4.3636943	4.1756712	2.0636583	6.2113558	9.8237570
2	4.3946651	4.1682781	2.0746480	6.1578062	9.8445374
3	4.4056548	4.1906571	2.0856377	6.2057611	9.8057739
4	4.4316303	4.2012471	2.0474736	6.1835820	9.8329483
5	4.4126482	4.2172321	2.0772456	6.1755895	9.8155647

Nota: datos del reporte del análisis de agua.

En el presente apartado se muestra cinco concentraciones de la especie biótica aplicada en la presente investigación en donde se empleó concentraciones de 10, 20, 30, 50 y 70ppm en un tiempo de 5 minutos.

Tabla 13. Resultados de la remoción del metal pesado hierro en cinco minutos de coagulación en la prueba de jarras.

Tiempo de coagulación: 5 s					
Repetición	Concentración del coagulante <i>Opuntia floccosa</i>				
	10 ppm	20 ppm	30 ppm	50 ppm	70 ppm
	%	%	%	%	%
1	78.16	79.10	89.67	68.91	50.84
2	78.01	79.14	89.62	69.18	50.73
3	77.95	79.03	89.56	68.94	50.93
4	77.82	78.97	89.75	69.05	50.79
5	77.92	78.89	89.60	69.09	50.88

Nota: datos del reporte del análisis de agua.

Tabla 14. Resultado de la concentración del metal pesado hierro a un tiempo de ocho minutos de coagulación en la prueba de jarras

Tiempo de coagulación: 8 min					
Concentración del coagulante <i>Opuntia floccosa</i>					

Repetición	10 ppm mg/L	20 ppm mg/L	30 ppm mg/L	50 ppm mg/L	70 ppm mg/L
1	5.1577472	6.2013652	3.9912447	9.1635781	11.2156474
2	5.1763297	6.2147526	3.9618723	9.1919514	11.1924692
3	5.2057020	6.2057611	4.0056312	9.1857573	11.2056568
4	5.2172911	6.1572068	4.0274107	9.1871559	11.2472177
5	5.1985088	6.1773878	3.9720627	9.2031409	11.2144485

Nota: datos del reporte del análisis de agua.

Tabla 15. Resultados de la remoción del metal pesado hierro en ocho minutos de coagulación en la prueba de jarras.

Tiempo de coagulación: 8 s					
Repeticiones	Concentración del coagulante <i>Opuntia floccosa</i>				
	10 ppm %	20 ppm %	30 ppm %	50 ppm %	70 ppm %
1	74.19	68.96	80.03	54.14	43.87
2	74.09	68.90	80.17	54.00	43.99
3	73.95	68.94	79.95	54.03	43.92
4	73.89	69.19	79.84	54.02	43.71
5	73.98	69.08	80.12	53.94	43.88

Tabla 16. Remoción del metal pesado de hierro considerando los tres tiempos y cinco concentraciones de coagulación en el tratamiento de aguas ácidas de minas.

Tratamiento	Concentración	Tiempo	% remoción del hierro
T1	10 ppm	2 min	78.77
T2	20 ppm	2 min	79.29
T3	30 ppm	2 min	76.53
T4	50 ppm	2 min	92.29
T5	70 ppm	2 min	54.09
T6	10 ppm	5 min	77.97
T7	20 ppm	5 min	79.03
T8	30 ppm	5 min	89.64
T9	50 ppm	5 min	69.04
T10	70 ppm	5 min	50.83
T11	10 ppm	8 min	74.02
T12	20 ppm	8 min	69.01
T13	30 ppm	8 min	80.02
T14	50 ppm	8 min	54.03
T15	70 ppm	8 min	43.87

Figura 15. Remoción de hierro (Fe) en los diferentes tratamientos (concentración – tiempo).

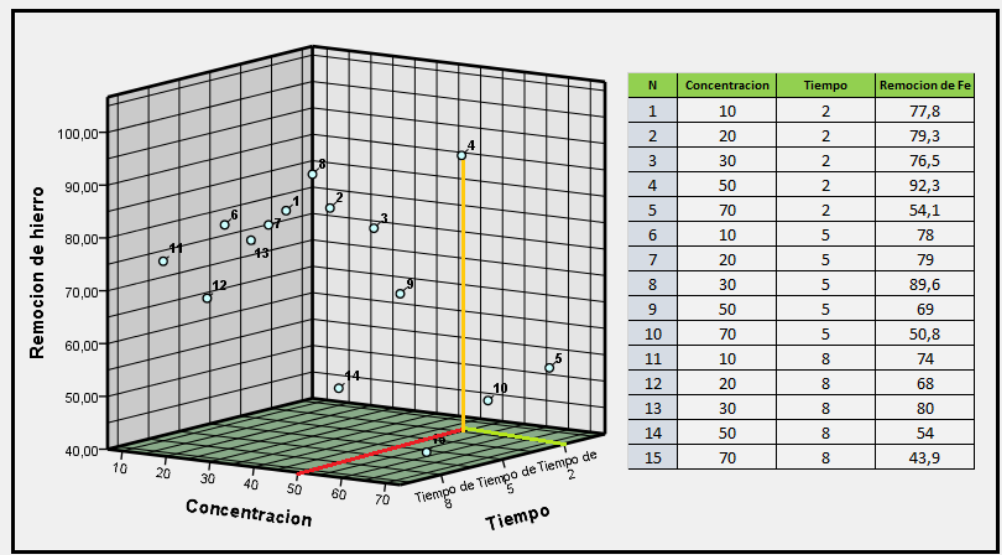


Tabla 17. Concentración de plomo en un tiempo de coagulación de 2 min.

Tiempo de coagulación: 2min					
Concentración del coagulante <i>Opuntia floccosa</i>					
Repetición	10 ppm mg/L	20 ppm mg/L	30 ppm mg/L	50 ppm mg/L	70 ppm mg/L
1	3.0296133	2.2335756	2.1390171	0.5600265	3.1931076
2	3.0322869	2.2321051	2.1382150	0.5613225	3.1829031
3	3.0215923	2.2230592	2.1443644	0.5609965	3.1781796
4	3.0176264	2.2274707	2.1472163	0.5599265	3.1883841
5	3.0294796	2.2358482	2.1334916	0.5600065	3.1831705

Nota: datos del reporte del análisis de agua.

Tabla 18. Porcentaje de remoción de plomo en un tiempo de 2 min.

Tiempo de coagulación: 2 min					
Concentración del coagulante <i>Opuntia floccosa</i>					
Repeticiones	10 ppm %	20 ppm %	30 ppm %	50 ppm %	70 ppm %
1	32.01	49.88	52.00	87.43	28.34
2	31.95	49.91	52.02	87.40	28.57
3	32.19	50.11	51.88	87.41	28.68
4	32.28	50.01	51.81	87.43	28.45
5	32.02	49.83	52.12	87.43	28.57

Tabla 19. Concentración de plomo en un tiempo de coagulación de 5 min.

Tiempo de coagulación: 5 min					
Concentración del coagulante <i>Opuntia floccosa</i>					
Repeticiones	10 ppm mg/L	20 ppm mg/L	30 ppm mg/L	50 ppm mg/L	70 ppm mg/L
1	3.0126801	2.1126816	2.1528310	0.8273195	1.1335873
2	3.0252909	2.1035911	2.1483749	0.8169368	1.1284182
3	3.0280091	2.0945898	2.1629018	0.8233536	1.1411181
4	3.0095163	2.1062202	2.1591765	0.8277651	1.1369739
5	3.0169579	2.1081363	2.1547917	0.8218385	1.1254326

Nota: datos del reporte del análisis de agua.

Tabla 20. Porcentaje de remoción de plomo en un tiempo de 5 min.

Tiempo de coagulación: 5 min					
Concentración del coagulante <i>Opuntia floccosa</i>					
Repeticiones	10 ppm %	20 ppm %	30 ppm %	50 ppm %	70 ppm %
1	32.39	52.59	51.69	81.43	74.56
2	32.11	52.79	51.79	81.67	74.68
3	32.05	53.00	51.46	81.52	74.39
4	32.46	52.73	51.55	81.42	74.49
5	32.30	52.69	51.64	81.56	74.74

Tabla 21. Concentración de plomo en un tiempo de coagulación de 8 min.

Tiempo de coagulación: 8 min					
Concentración del coagulante <i>Opuntia floccosa</i>					
Repetición	10 ppm mg/L	20 ppm mg/L	30 ppm mg/L	50 ppm mg/L	70 ppm mg/L
1	2.1468153	2.3533110	2.1476620	1.1707066	2.1615650
2	2.1368782	2.3648968	2.1530093	1.1598783	2.1690958
3	2.1426711	2.3667684	2.1477511	1.1740932	2.1649071
4	2.1330459	2.3609755	2.1496672	1.1635768	2.1578219
5	2.1344273	2.3556281	2.1400866	1.1689242	2.1700316

Nota: datos del reporte del análisis de agua.

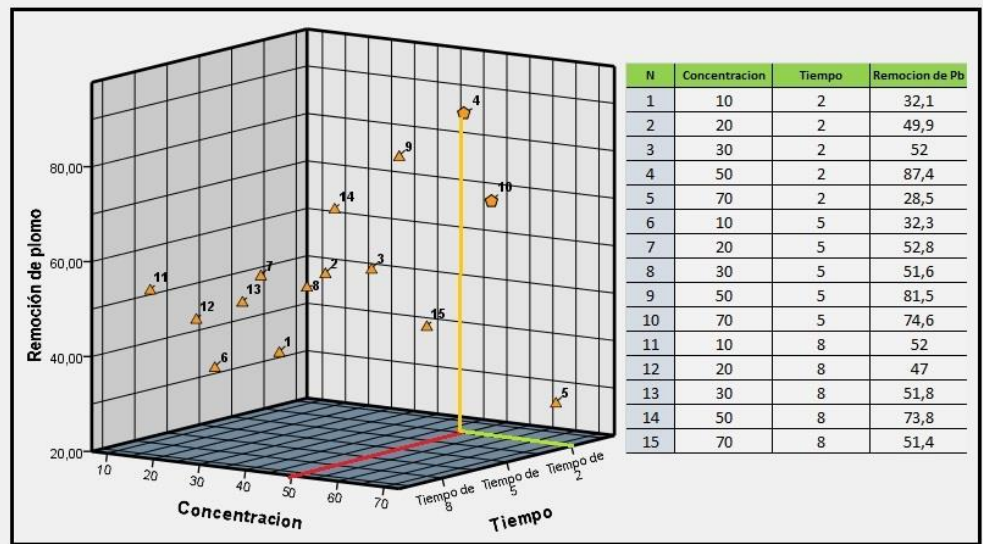
Tabla 22. Porcentaje de remoción de plomo en un tiempo de 8 min.

Tiempo de coagulación: 8 min					
Repeticiones	Concentración del coagulante <i>Opuntia floccosa</i>				
	10 ppm %	20 ppm %	30 ppm %	50 ppm %	70 ppm %
1	51.82	47.19	51.80	73.73	51.492
2	52.05	46.93	51.68	73.97	51.323
3	51.92	46.89	51.80	73.65	51.417
4	52.13	47.02	51.76	73.89	51.576
5	52.10	47.14	51.97	73.77	51.302

Tabla 23. Porcentaje de remoción de plomo en 5 concentraciones y 3 tiempos.

Tratamiento	Concentración	Tiempo	% remoción de plomo
T1	10 ppm	2 min	32.09
T2	20 ppm	2 min	49.95
T3	30 ppm	2 min	51.97
T4	50 ppm	2 min	87.42
T5	70 ppm	2 min	28.52
T6	10 ppm	5 min	32.26
T7	20 ppm	5 min	52.76
T8	30 ppm	5 min	51.63
T9	50 ppm	5 min	81.52
T10	70 ppm	5 min	74.57
T11	10 ppm	8 min	52.00
T12	20 ppm	8 min	47.03
T13	30 ppm	8 min	51.80
T14	50 ppm	8 min	73.80
T15	70 ppm	8 min	51.42

Figura 16. Remoción de plomo (Pb) en los diferentes tratamientos (concentración – tiempo).



4.1.3.1. Análisis general del comportamiento de la remoción del Hierro y Plomo con coagulante *Opuntia Floccosa*

Tabla 24. Remoción del hierro en diferentes concentraciones (10, 20, 30, 50 y 70 ppm) y tiempos (2, 5 y 8 min).

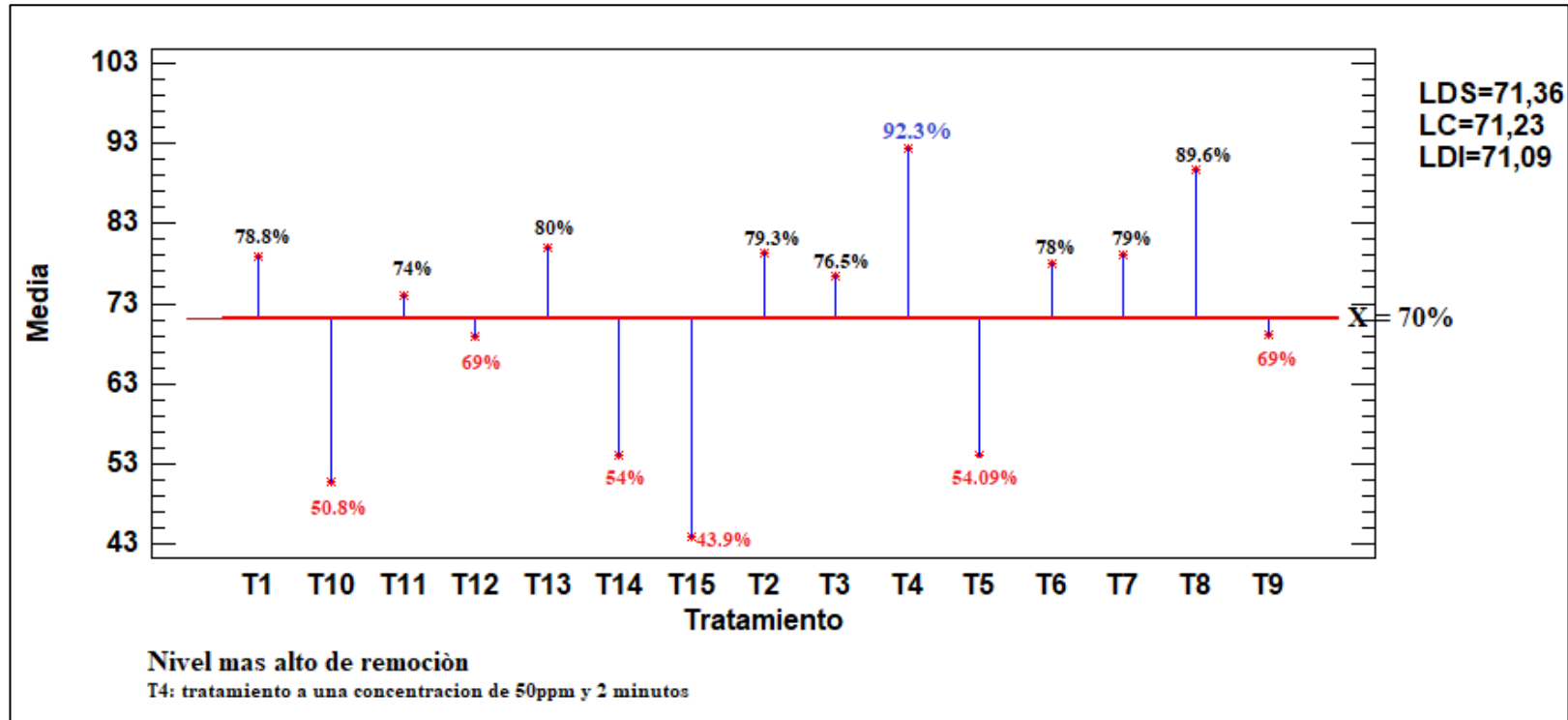
Tratamiento	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
T1	5	78,766	0,12341	0,156679%	78,61	78,94	0,33	0,256882	0,115858
T10	5	50,834	0,0776531	0,152758%	50,73	50,93	0,2	-0,185012	-0,35403
T11	5	74,02	0,119583	0,161554%	73,89	74,19	0,3	0,589885	-0,383179
T12	5	69,014	0,11908	0,172544%	68,9	69,19	0,29	0,832344	-0,286561
T13	5	80,022	0,132174	0,165172%	79,84	80,17	0,33	-0,365412	-0,480786
T14	5	54,026	0,0726636	0,134497%	53,94	54,14	0,2	0,820638	0,933913
T15	5	43,874	0,103102	0,234995%	43,71	43,99	0,28	-0,95529	0,937928
T2	5	79,288	0,0511859	0,064557%	79,23	79,36	0,13	0,379832	-0,284458
T3	5	76,53	0,0927362	0,121176%	76,41	76,61	0,2	-0,618095	-121,996
T4	5	92,292	0,0939149	0,101758%	92,19	92,39	0,2	0,200796	-130,583
T5	5	54,088	0,113004	0,208927%	53,93	54,2	0,27	-0,544155	-0,594285
T6	5	77,972	0,125579	0,161056%	77,82	78,16	0,34	0,583205	0,461105
T7	5	79,026	0,10015	0,12673%	78,89	79,14	0,25	-0,304532	-0,527587
T8	5	89,64	0,0731437	0,0815972%	89,56	89,75	0,19	0,75233	0,153806
T9	5	69,034	0,110589	0,160195%	68,91	69,18	0,27	0,15598	-0,68088
Total	75	712,284	139,683	196106%	43,71	92,39	48,68	-188,467	-131,037

Nota: datos del reporte del análisis de agua.

En la presente tabla 24 se puede mostrar los resultados de los quince tratamientos evaluados en concentraciones de (10, 20, 30, 50 y 70 ppm) y tiempos de (2, 5 y 8 min), con el fin de identificar el tratamiento más óptimo en la remoción de hierro y plomo en la mina Kolpa.S.A., dicho tratamiento se realizó mediante la especie *Opuntia Floccosa* el cual es nativa de la región de Huancavelica y se analizó con el fin de hacerle un uso sostenible como coagulante en el tratamiento de aguas residuales ácidas de mina.

Como resultado del uso del coagulante con las características fisicoquímicas de humedad del 7.05%, ceniza 2.49%, proteína 0.15%, grasa 0.81%, fibra 0.25% y carbohidratos 85.35%, aplicados en quince tratamientos a diferentes tiempos y concentraciones obtuvo que el tratamiento más óptimo se dio en el tratamiento cuatro con una remoción de 92.39% y una remoción mínima de 43.714% que representa al tratamiento quince. Asimismo, se puede evaluar que existe una alta diferencia y estadísticamente significativa entre el tratamiento T15 y el tratamiento T4 ya que entre ellos existe un rango o diferencia de 48.68%.

Figura 17. Remoción de hierro (Fe) en aguas acidas de la minera con coagulante *Opuntia floccosa*.



Nota: El tratamiento 4 que corresponde a una concentración de 50 ppm y 2 min, es el nivel más alto de remoción de hierro (Fe).

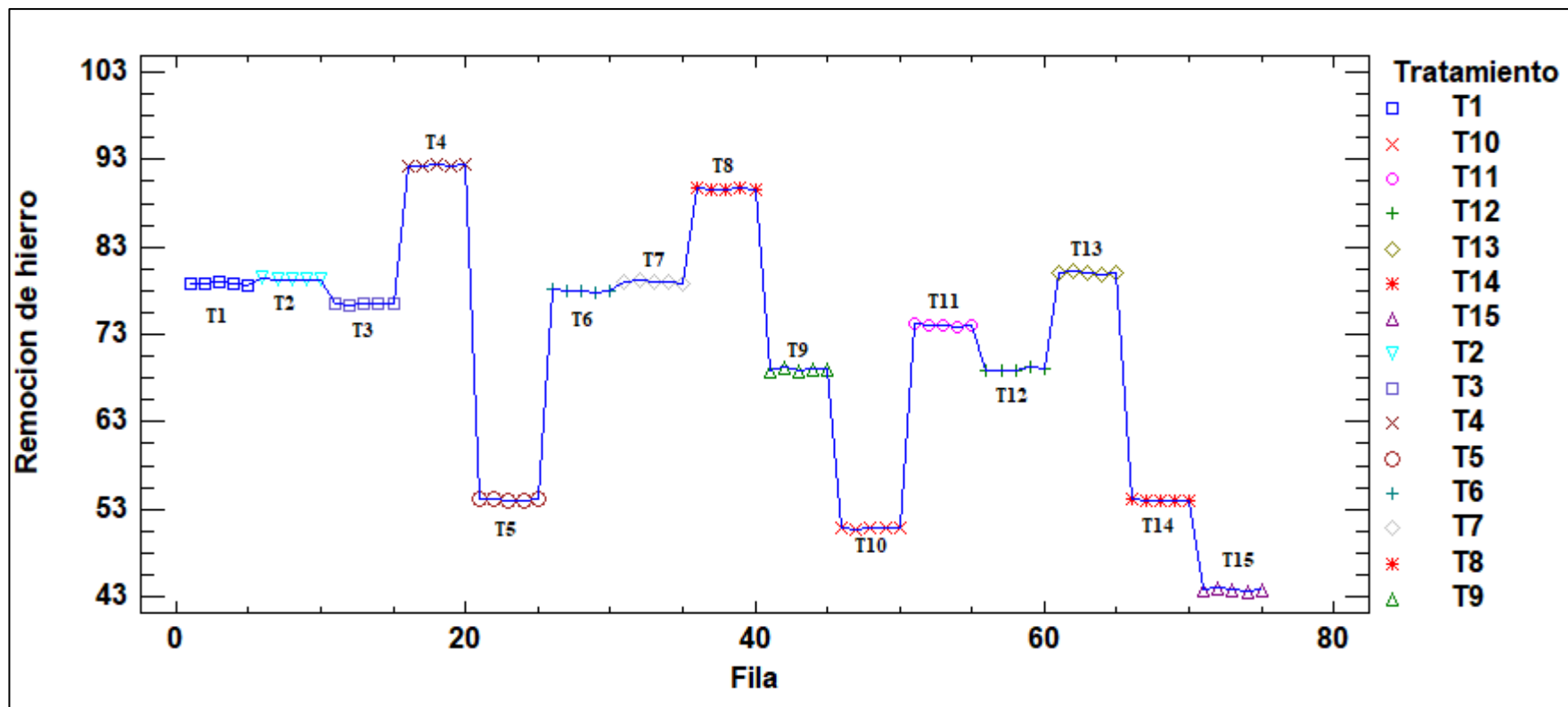
En la presente figura 17 se puede evaluar los quince tratamientos en diferentes concentraciones y tiempos para la remoción de hierro haciendo uso de la *Opuntia Floccosa* como coagulante en el tratamiento de aguas acidas mineras en donde como resultado se obtuvo que el tratamiento quince fue la concentración y tiempo menos óptima debido a que solo removi6 en un 43.9% el hierro, mientras que el cuarto tratamiento fue el m6s 6ptimo, removi6 as6 hasta un 92.3% lo que indica que dicha concentraci6n del coagulante en el tiempo establecido en el tratamiento cuatro fue el 6ptimo en el tratamiento de aguas residuales acidas mineras. De igual forma se puede indicar que el tratamiento m6s eficiente estuvo compuesto por una concentraci6n de 50ppm del coagulante y floculado en la prueba de jarras en un tiempo de 2 minutos.

Asimismo, en la figura 17 se puede observar que existen seis tratamientos que se encuentran por debajo del promedio, mientras que nueve tratamientos se encuentran por encima llegando como m6ximo hasta una remoci6n del 92.3%.

Por lo que se puede deducir que existe un tratamiento a una concentraci6n y tiempo eficiente en el tratamiento de aguas acidas de mina y que el coagulante utilizado sirve en la descontaminaci6n de aguas contaminadas por metales pesados en espec6fico con hierro y plomo.

De la figura 17 se puede se6alar que el tratamiento natural aplicado mediante la *Opuntia Floccosa* es realmente eficiente en la remoci6n de metales espec6ficamente esencialmente en hierro esto mediante la prueba de jarras realizado en el laboratorio de EMPA-Huancavelica, empleado en diferentes concentraciones y tiempos de coagulaci6n por ende deber6an de ser remplazados los coagulantes qu6micos que vienen utilizando las EPS en el tratamiento de agua y hacer uso de coagulantes naturales con plantas que crecen en la regi6n de Huancavelica con la finalidad de evitar los impactos negativos sobre el ambiente.

Figura 18. Variación de la remoción de hierro (Fe) en los diferentes tratamientos (concentración – tiempo), mediante la aplicación del coagulante *Opuntia floccosa*.



Nota: El tratamiento 4 que corresponde a una concentración de 50 ppm y 2 min, es el nivel más alto de remoción de hierro (Fe).

En la presente figura 18 se puede observar la variación que existe entre los quince tratamientos evaluados en el tratamiento de aguas acidas de mina contaminadas por hierro y plomo, en donde como resultado se obtuvo que la especie *Opuntia Floccosa* sirve como coagulante debido a que existe una variación significativa entre el valor mínimo y máximo de remoción de hierro.

De la misma forma se puede indicar que existe una variación entre el tratamiento T1 hasta el tratamiento T4, seguido a ello existe una alta variación del tratamiento T4 con respecto al tratamiento cinco y este con respecto al tratamiento ocho, diez, once y por último existe una alta variación con respecto al tratamiento once.

Asimismo, se puede observar que el tratamiento con una alta eficiencia de remoción se encuentra el tratamiento cuatro a diferencia que el tratamiento quince tiene la más baja remoción de hierro en aguas contaminadas por metales pesados esto haciendo uso del coagulante con las características fisicoquímicas de humedad del 7.05%, ceniza 2.49%, proteína 0.15%, grasa 0.81%, fibra 0.25% y carbohidratos 85.35%, aplicados en quince tratamientos a diferentes tiempos y concentraciones obtuvo

Tabla 25. Datos de eficiencia de remoción del plomo

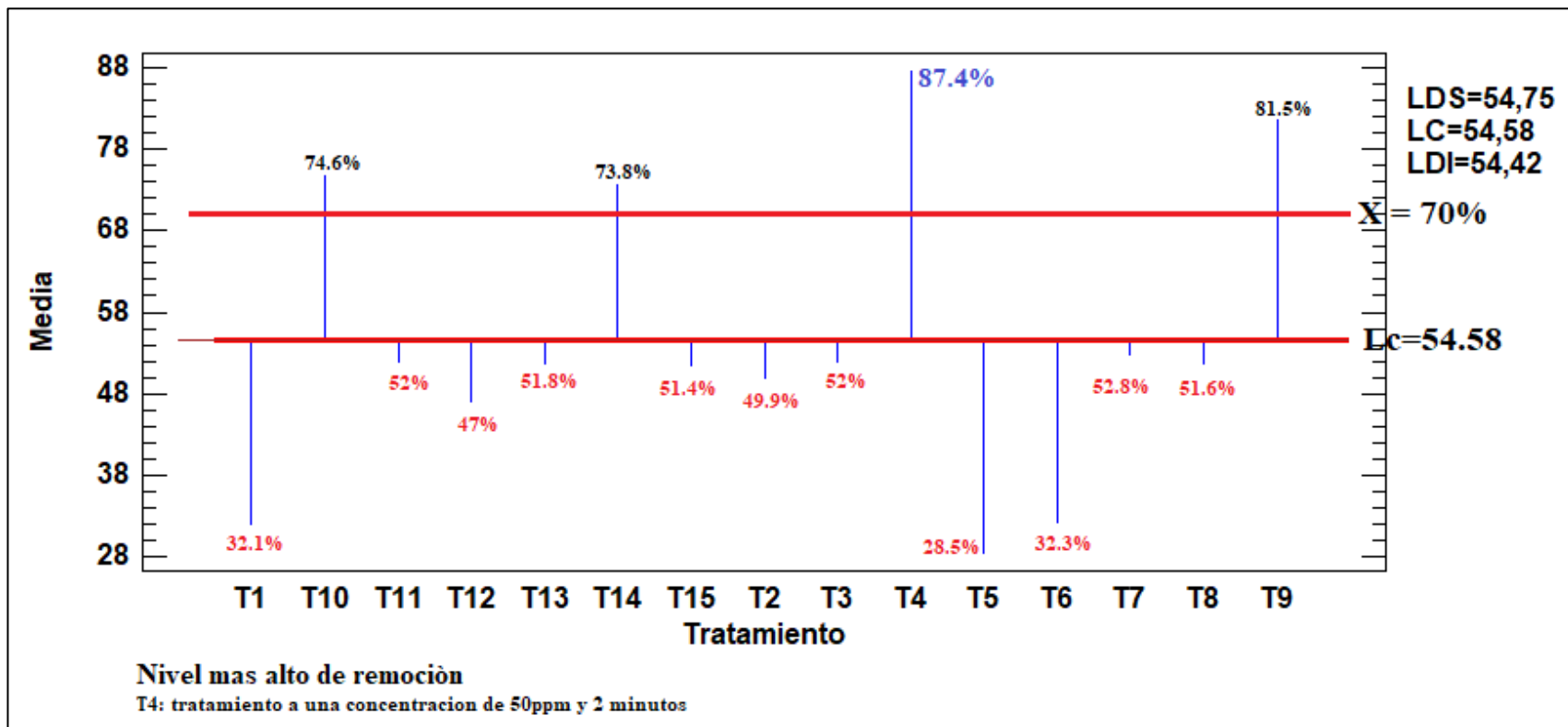
Tratamiento	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
T1	5	32,09	0,138744	0,43236%	31,95	32,28	0,33	0,606683	-0,79949
T10	5	74,572	0,141315	0,189502%	74,39	74,74	0,35	-0,0782165	-0,682778
T11	5	52,004	0,130499	0,25094%	51,82	52,13	0,31	-0,657174	-0,626882
T12	5	47,034	0,12973	0,275823%	46,89	47,19	0,3	0,152231	-110,242
T13	5	51,802	0,105925	0,20448%	51,68	51,97	0,29	0,912661	0,97692
T14	5	73,802	0,12775	0,173098%	73,65	73,97	0,32	0,274622	-0,613319
T15	5	51,422	0,117132	0,227787%	51,3	51,58	0,28	0,32702	-0,698233
T2	5	49,948	0,111893	0,224019%	49,83	50,11	0,28	0,67268	-0,299683
T3	5	51,966	0,121984	0,234737%	51,81	52,12	0,31	-0,122262	-0,509752
T4	5	87,42	0,0141421	0,0161772%	87,4	87,43	0,03	-0,806872	-0,798762
T5	5	28,522	0,130269	0,456731%	28,34	28,68	0,34	-0,384777	-0,16877
T6	5	32,262	0,176833	0,548116%	32,05	32,46	0,41	-0,214995	-110,675
T7	5	52,76	0,152643	0,289316%	52,59	53,0	0,41	0,916313	0,73997
T8	5	51,626	0,127004	0,246008%	51,46	51,79	0,33	-0,0626532	-0,28996
T9	5	81,52	0,102713	0,125998%	81,42	81,67	0,25	0,600227	-0,19436
Total	75	545,833	171,993	315102%	28,34	87,43	59,09	140,765	-11,511

Nota: El tratamiento 4 que corresponde a una concentración de 50 ppm y 2 min, es el nivel más alto de remoción de plomo.

En la presente tabla 25 se observar la eficiencia de remoción de la especie opuntia usada como coagulante en el tratamiento de plomo en las aguas acidas de mina, en donde se evaluó quince tratamientos a diferentes tiempos de coagulación y diferentes concentraciones de dicho coagulante.

Se obtuvo una alta eficiencia de remoción en el tratamiento cuatro con una remoción de hasta 87,42% mientras que se obtuvo la más baja remoción o eficiencia del tratamiento cinco quien solo removió en un 28,522%. Por lo que se puede indicar que existe diferencia significativa entre ambos tratamientos por lo que si existe una concentración y un tiempo optimo en el uso del coagulante en el tratamiento de aguas acidas de mina, dicho tratamiento hizo uso del coagulante con las características fisicoquímicas de humedad del 7.05%, ceniza 2.49%, grasa 0.81%, fibra 0.25%, carbohidratos 85.35% y proteína 0.15%.

Figura 19. Remoción de plomo (Pb) en aguas acidas de la minera con coagulante *Opuntia floccosa*.



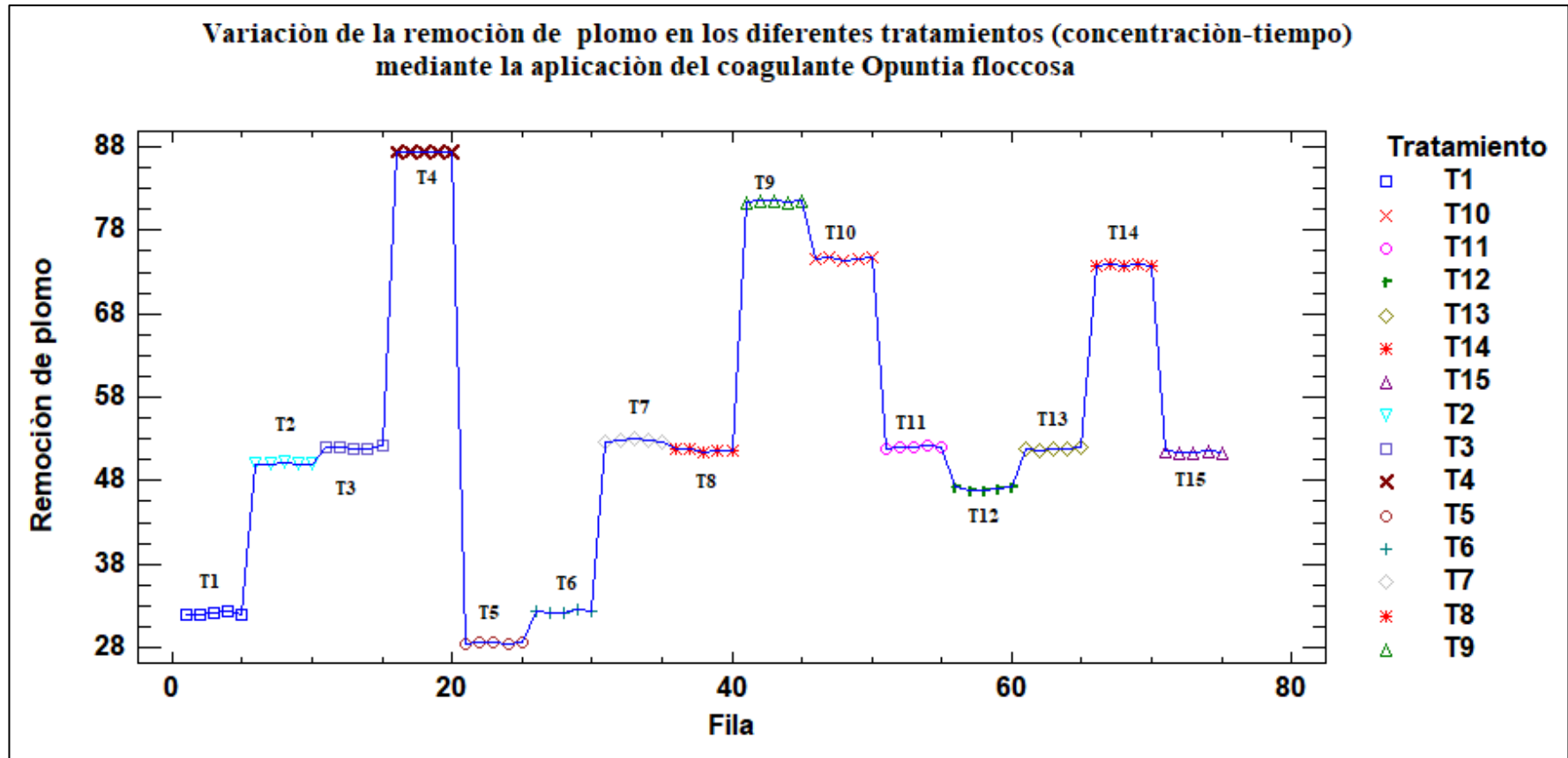
Nota: El tratamiento 4 que corresponde a una concentración de 50 ppm y 2 min, es el nivel más alto de remoción de plomo (Pb).

En el presente apartado se puede observar las remociones de plomo mediante la aplicación del coagulante *Opuntia Floccosa* con las características fisicoquímicas de humedad del 7.05%, ceniza 2.49%, proteína 0.15%, grasa 0.81%, fibra 0.25% y carbohidratos 85.35%, aplicados en quince tratamientos a diferentes tiempos y concentraciones en donde se puede indicar que el tratamiento que presenta mayor remoción fue el tratamiento cuatro con una remoción de hasta 87.4% a diferencia que el tratamiento cinco fue el tratamiento que tuvo menos eficiencia con una remoción de 28.5%. lo que indica que la especie *Opuntia* como coagulante es eficiente en un tiempo óptimo de 2min y una concentración de 50ppm.

De la misma forma se puede indicar que existe solo cuatro tratamientos eficientes que removieron mayor al 70% y once tratamientos que removieron por debajo del 70%, lo que indica que la especie *Opuntia* es más eficiente removiendo hierro con respecto al plomo.

De la figura 19 se puede señalar que el tratamiento natural aplicado mediante la *Opuntia Floccosa* es realmente eficiente en la remoción de metales específicamente esencialmente en plomo esto mediante la prueba de jarras realizado en el laboratorio de EMPA-Huancavelica, empleado en diferentes concentraciones y tiempos de coagulación por ende deberían de ser remplazados los coagulantes químicos que vienen utilizando las EPS en el tratamiento de agua y hacer uso de coagulantes naturales con plantas que crecen en la región de Huancavelica con la finalidad de evitar los impactos negativos sobre el ambiente.

Figura 20. Variación de la remoción de plomo (Pb) en los diferentes tratamientos (concentración – tiempo), mediante la aplicación del coagulante *Opuntia floccosa*.



Nota: El tratamiento 4 que corresponde a una concentración de 50 ppm y 2 min, es el nivel más alto de remoción de plomo (Pb).

En la figura 20 se observa como resultado la remoción de plomo usando la especie de la región de Huancavelica *Opuntia Floccosa* utilizado como coagulante en el tratamiento de aguas acidas de mina contaminadas por metales pesados. Se empleo quince tratamientos con cinco diferentes concentraciones y en tres diferentes tiempos. Como resultado se pudo observar que existe variación significativa entre los tratamientos por lo que se puede deducir que si existe una concentración y un tiempo optimo en la remoción de plomo con dicho coagulante que tiene las características fisicoquímicas con porcentajes de proteína de 0.15%, humedad del 7.05%, ceniza 2.49%, porcentaje de grasa 0.81%, fibra 0.25% y carbohidratos 85.35%,

De la misma forma se puede indicar que el tratamiento más óptimo para la remoción de plomo fue el T4 ya que estuvo casi cerca de remover el 88% y el tratamiento más deficiente fue el tratamiento T5 ya que removió cerca a tan solo 28%.

4.2. Prueba de Hipótesis

4.2.1. Prueba de hipótesis general

El uso del coagulante *Opuntia floccosa* remueve en un tiempo y concentración en más de un 70% el hierro y plomo de las aguas ácidas de la Minera Kolpa S.A.

4.2.1.1. Formulación de la hipótesis nula y alterna según al problema.

H0: El uso del coagulante Opuntia floccosa no remueve en un tiempo y concentración en más de un 70% el hierro y plomo de las aguas ácidas de la Minera Kolpa S.A.

$$P \leq 0.70$$

Ha: El uso del coagulante Opuntia floccosa remueve en un tiempo y concentración en más de un 70% el hierro y plomo de las aguas ácidas de la Minera Kolpa S.A.

$$P > 0.70$$

4.2.1.2. Escoger el riesgo o nivel de significancia.

La tesis tiene un nivel de riesgo del 5% y un 95% de confianza.

4.2.1.3. Supuestos de varianza

Tabla 26. Prueba de normalidad con el estadístico de Shapiro-Wilk.

Variable de estudio	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	GI	P valor.
Remoción de hierro y plomo	,925	10	,401

Como el p valor es 0.401 los datos si tienen una distribución simétrica o normal.

4.2.1.4. Escoger el estadígrafo de prueba más apropiado

Se empleo la prueba T para proporciones debido a que los datos se presentan en porcentajes.

4.2.1.5. Verificar la existencia de un tiempo de coagulación y una concentración de coagulante *Opuntia floccosa*.

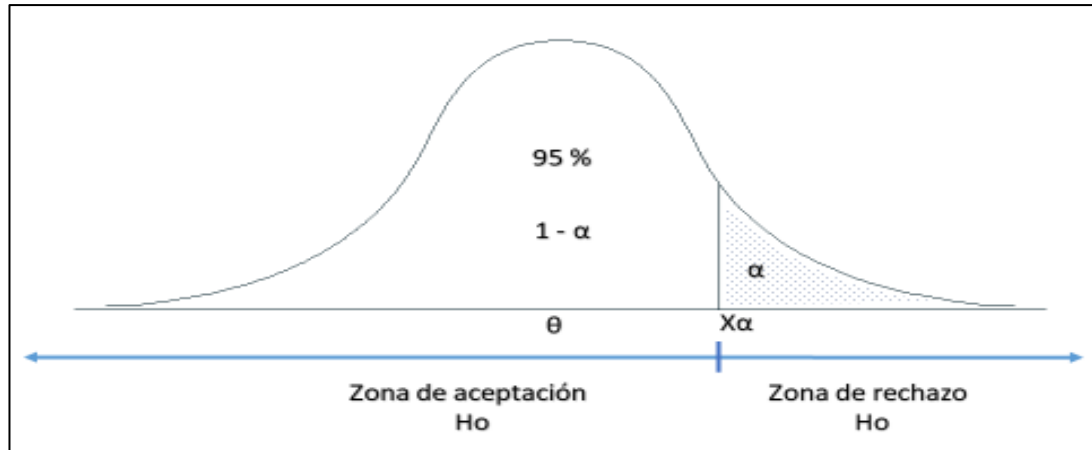
Tabla 27. Prueba para verificación de la existencia de un tiempo y concentración de concentración.

Pruebas de efectos inter - sujetos						
Origen	Variable dependiente	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	P valor.
Concentración * Tiempo	Remoción de hierro	,290	8	,036	34093,655	,000
	Remoción de plomo	,623	8	,078	48641,429	,000

Nota: a. R al cuadrado = 1,000 (R al cuadrado ajustada = 1,000) b. R al cuadrado = 1,000 (R al cuadrado ajustada = 1,000)

4.2.1.6. Establecer la región critica

Figura 21. Campana de gauss unilateral de cola derecha para la contratación de la hipótesis general



Nota: En la presente figura se mostró la campana de Gauss unilateral de cola derecha en donde ($\alpha = 0.05$) señala la región de rechazo de la hipótesis nula y aceptación de la hipótesis alterna.

4.2.1.7. Calcular los valores de la prueba estadística de una muestra aleatoria de tamaño “n”.

Determinar el T calculado proporcional (Tcal)

Tabla 28. Valores de la prueba estadística.

Valores de la prueba estadística	Datos
Nivel de significancia (NS)	0.05
Nivel de confianza (NC)	0.95
Proporción teórica o alterna $P_{(ha)}$	0.70
Proporción muestra (P)	0.8986
Muestra (n)	10
T de tabla (valor crítico)	1.8331
T de Student proporciones	2.206

Hallando el T calculado proporcional

$$T_{cal} = \frac{P - P_{Ha}}{\sqrt{\frac{P * (1 - P)}{n}}}$$

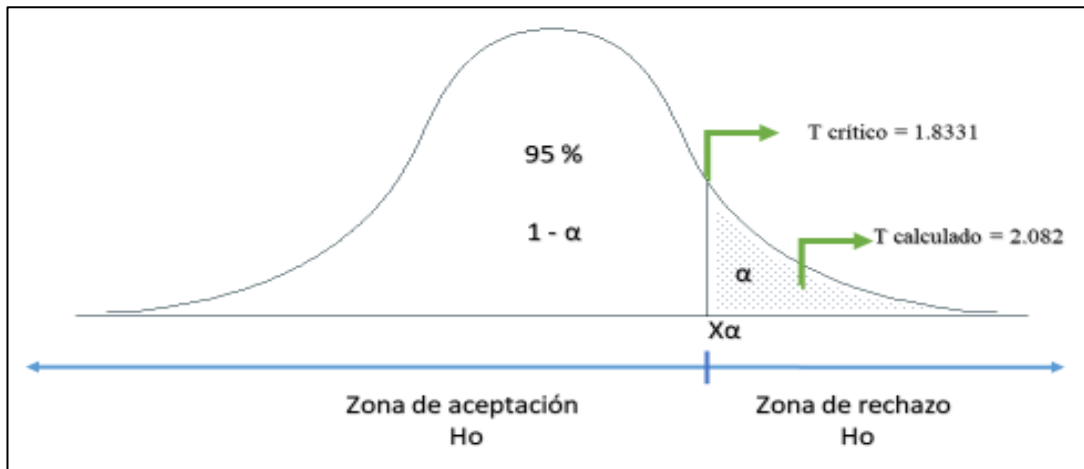
$$T_{cal} = \frac{0.8986 - 0,7}{\sqrt{\frac{0.8986 * (1 - 0,8986)}{10}}}$$

$$T_{cal} = \frac{0.1986}{0.0954}$$

$$T_{cal} = 2.082$$

Determinar el T tabulado/crítico (Tcr)

Figura 22. Región crítica cola derecha, t calculado $>$ t crítico.



Nota: Si el t calculado es mayor al t crítico entonces se acepta la hipótesis alterna.

Figura 23. Tabla de distribución de t student.

		$\alpha = 0.05$			
		0.25	0.1	0.05	0.025
R grados de libertad = 9	1	1	3.0777	6.3137	12.7062
	2	0.8165	1.8856	2.92	4.3027
	3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824
	4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765
	5	0.7267	1.4759	2.015	2.5706
	6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469
	7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646
	8	0.7064	1.3968	1.8595	2.306
	9	0.7027	1.8331	1.8331	2.2622
	10	0.6998	1.8125	1.8125	2.2281
	11	0.6974	1.7959	1.7959	2.201
	12	0.6955	1.7823	1.7823	2.1788

Nota: de acuerdo a la tabla de distribución t student con R grados de libertad igual a 9 y α es igual 0.05 nos resulta un t crítico de 1.8331.

4.2.1.8. Decisión estadística

Se concluye que el T calculado proporcional cayo en la región de rechazo de la hipótesis nula por lo que se acepta la hipótesis alterna el que menciona que *el uso del coagulante Opuntia floccosa remueve en un tiempo y concentración en más de un 70% el hierro y plomo de las aguas ácidas de la Minera Kolpa S.A.*

Tabla 29. Prueba para la contratación de la hipótesis general utilizando las pruebas de efectos inter-sujetos.

TABLA DE HIPÓTESIS PARA LA GENERAL

Pruebas de efectos Inter sujetos						
Origen	Variable dependiente	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	Remoción de hierro	1,444a	14	,103	97100,796	,000
	Remoción de plomo	2,189 ^b	14	,156	97655,924	,000
Intersección	Remoción de hierro	38,051	1	38,051	35827447,036	,000
	Remoción de plomo	22,345	1	22,345	13956353,317	,000
Concentración	Remoción de hierro	,958	4	,239	225491,378	,000
	Remoción de plomo	1,473	4	,368	229983,159	,000
Tiempo	Remoción de hierro	,196	2	,098	92348,194	,000
	Remoción de plomo	,093	2	,047	29059,433	,000
Concentración *	Remoción de hierro	,290	8	,036	34093,655	,000
	Remoción de plomo	,623	8	,078	48641,429	,000
Error	Remoción de hierro	6,372E-5	60	1,062E-6		
	Remoción de plomo	9,606E-5	60	1,601E-6		
Total	Remoción de hierro	39,495	75			
	Remoción de plomo	24,534	75			
Total, corregido	Remoción de hierro	1,444	74			
	Remoción de plomo	2,189	74			

a. R al cuadrado = 1,000 (R al cuadrado ajustada = 1,000)
b. R al cuadrado = 1,000 (R al cuadrado ajustada = 1,000)

4.2.2. Prueba de hipótesis específica 1

El uso del coagulante *Opuntia floccosa* remueve el hierro a una concentración óptima las aguas ácidas de la Minera Kolpa S.A.

4.2.2.1. Formulación de la hipótesis nula y alterna según al problema.

H0: El uso del coagulante *Opuntia floccosa* remueve el hierro a una concentración óptima las aguas ácidas de la Minera Kolpa S.A.

$$P_{xy} = 0$$

Ha: El uso del coagulante *Opuntia floccosa* remueve el hierro a una concentración óptima las aguas ácidas de la Minera Kolpa S.A.

$$P_{xy} \neq 0$$

4.2.2.2. Escoger el riesgo o nivel de significancia.

La tesis tiene un nivel de riesgo del 5% y un 95% de confianza.

4.2.2.3. Prueba de Normalidad

Tabla 30. Prueba de normalidad por Shapiro Wilk.

Concentración	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Concentración 1	,992	5	,987
Concentración 2	,971	5	,883
Concentración 3	,808	5	,094
Concentración 4	,858	5	,220
Concentración 5	,931	5	,603
Concentración 6	,973	5	,892
Concentración 7	,973	5	,892
Concentración 8	,958	5	,793
Concentración 9	,951	5	,742
Concentración 10	,992	5	,985
Concentración 11	,951	5	,741
Concentración 12	,905	5	,437
Concentración 13	,970	5	,876
Concentración 14	,930	5	,598
Concentración 15	,924	5	,553

En los presentes resultados de la tabla 30 se observa una distribución normal simétrica debido a que se obtuvieron valores como 0.553, 0.598, 0.876, 0.437, 0.741, 0.985, 0.742, 0.793, 0.892, 0.892, 0.603, 0.220, 0.094, 0.883 y 0.987 en donde dichos valores se encuentran por encima del NS 0.05

4.2.2.4. Prueba de homogeneidad

Tabla 31. Prueba de homogeneidad de varianza.

Prueba de homogeneidad de varianza					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	P valor
Remoción de hierro	Se basa en la media	,668	14	60	,796
	Se basa en la mediana	,363	14	60	,980
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,363	14	48,119	,979
	Se basa en la media recortada	,649	14	60	,813

De la misma forma en la tabla 31 se muestra el análisis de homogeneidad de los datos de la remoción de hierro, obteniendo un valor de 0.796 lo que le hace que la distribución de datos es homogénea y que en cada grupo o factor se mantiene la varianza homogénea. Debido a este resultado debe de aplicarse una prueba inferencial de medias o también llamada paramétrica.

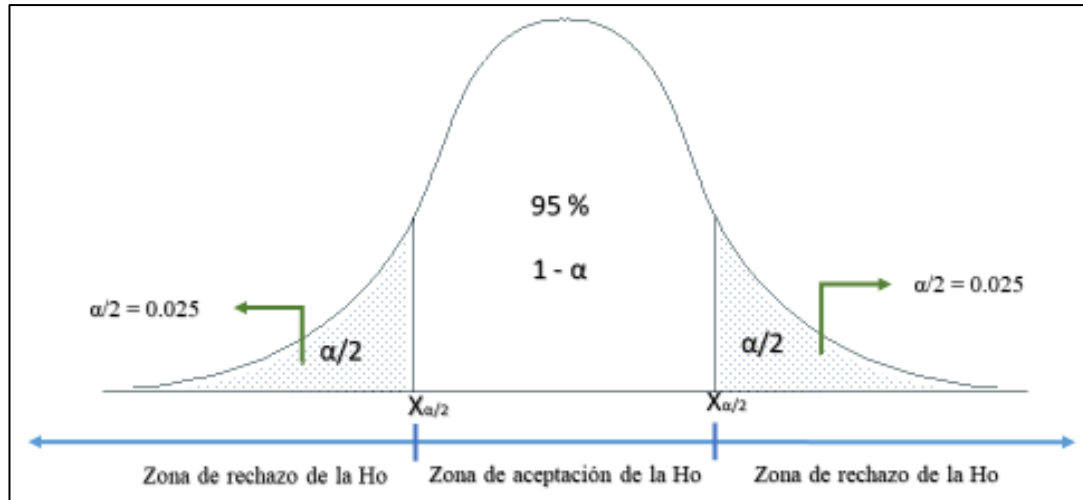
4.2.2.5. Escoger el estadígrafo de prueba más apropiado

En los resultados anteriores de la tabla 31 y 32 se observaron que los resultados tienen distribuciones homogéneas y normal por lo que se aplicó la prueba de ANOVA ya que si cumplen con los dos supuestos mencionados.

4.2.2.6. Establecer la región crítica

A continuación se presenta la campana de Gauss.

Figura 24. Campana de gauss bilateral de dos colas para la contratación de la primea hipótesis especifica 1.



Nota: En la presente figura se mostró la campana de Gauss bilateral de dos colas derecha e izquierda en donde ($\alpha/2 = 0.025$) señala la región de rechazo y aceptación de la hipótesis nula e hipótesis alterna.

4.2.2.7. Calcular los valores de la prueba estadística de una muestra aleatoria de tamaño “n” mediante el P valor.

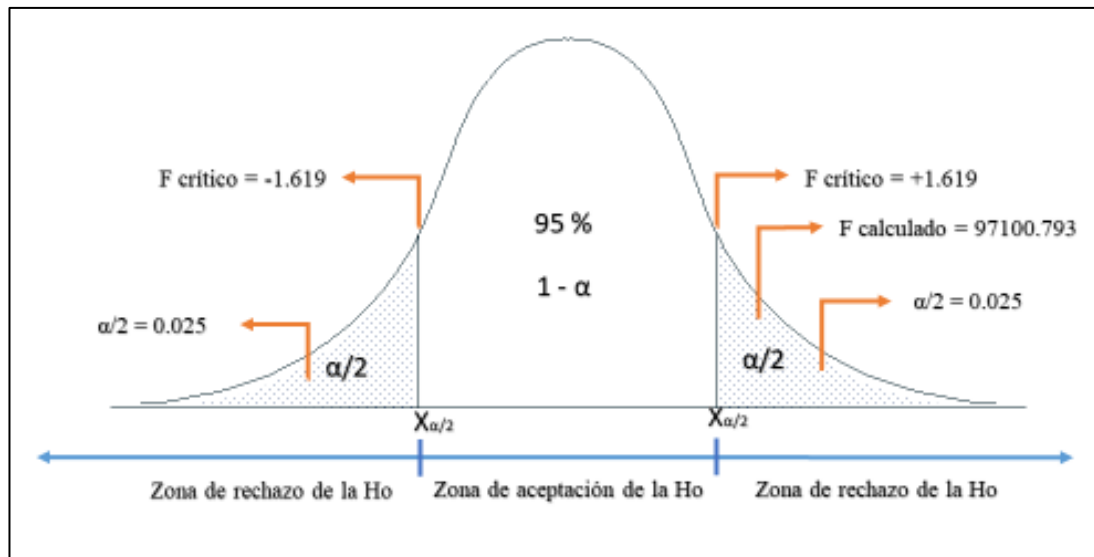
Tabla 32. Prueba de análisis de varianza.

ANOVA					
Remoción de hierro					
	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F calculado	P valor.
Entre grupos	1,444	14	,103	97,100,793	,000
Dentro de grupos	,000	60	,000		
Total	1,444	74			

En este aparato el P valor fue menor al nivel de significancia ($\alpha = 0.05$), por lo que sí existe diferencia significativa entre dichas concentraciones por lo que se empleara una prueba pos hoc de Tukey.

4.2.2.8. Calcular los valores de la prueba estadística de una muestra aleatoria de tamaño “n” el “F” calculado.

Figura 25. Región crítica bilateral de dos colas derecha e izquierda, indica que F Calculado > F crítico de la hipótesis específica 1.



Nota: Si el F calculado es mayor al F critico entonces se acepta la hipótesis alterna.

Figura 1. Tabla de distribución de t student.

V2	V1									
	2	4	6	8	10	12	14	16		
1	49.50	55.833	58.204	59.439	60.195	60.705	61.173	61.35		
2	9.000	9.243	9.326	9.367	9.392	9.408	9.420	9.429		
3	5.462	5.343	5.285	5.252	5.230	5.216	5.205	5.196		
4	4.325	4.107	4.010	3.955	3.920	3.896	3.878	3.864		
5	3.780	3.520	3.406	3.339	3.297	3.268	3.247	3.230		
6	3.463	3.181	3.055	2.983	2.937	2.905	2.881	2.863		
7	3.257	2.961	2.827	2.752	2.703	2.668	2.643	2.623		
8	3.113	2.806	2.668	2.589	2.538	2.502	2.475	2.454		
9	3.006	2.693	2.551	2.469	2.416	2.379	2.351	2.330		
10	2.924	2.605	2.461	2.377	2.323	2.284	2.255	2.233		
15	2.695	2.361	2.208	2.119	2.059	2.017	1.985	1.961		
20	2.589	2.249	2.091	1.999	1.937	1.892	1.859	1.833		
30	2.489	2.142	1.980	1.927	1.819	1.773	1.737	1.709		
40	2.440	2.091	1.927	1.873	1.763	1.715	1.678	1.649		
50	2.412	2.061	1.895	1.840	1.729	1.680	1.643	1.613		
60	2.380	2.041	1.875	1.819	1.701	1.651	1.619	1.589		
70	2.380	2.027	1.860	1.804	1.691	1.641	1.603	1.572		

4.2.2.9. Prueba de pos Hoc de Tukey

Tabla 33. Prueba de Hoc de Tukey.

Remoción de hierro														
HSD Tukey ^a		Subconjunto para alfa = 0.05												
Concentración	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Concentración C70ppm-T8min	5	,4387												
Concentración C70ppm-T5min	5		,5083											
Concentración C50ppm-T8min	5			,5403										
Concentración C70ppm-T2min	5			,5409										
Concentración C20ppm-T8min	5				,6901									
Concentración C50ppm-T5min	5				,6903									
Concentración C10ppm-T8min	5					,7402								
Concentración C30ppm-T2min	5						,7653							
Concentración C10ppm-T5min	5							,7797						
Concentración C10ppm-T2min	5								,7877					
Concentración C20ppm-T5min	5									,7903				
Concentración C20ppm-T2min	5										,7929			
Concentración C30ppm-T8min	5											,8002		
Concentración C30ppm-T5min	5												,8964	
Concentración C50ppm-T2min	5													,9229
P valor		0	0	1,000	1,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Nota: Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos.

Se observa que existe diferencia significativa entre los quince tratamientos en estudio según la prueba de comparaciones múltiples de Tukey.

4.2.2.10. Decisión estadística

Según el análisis inferencial se rechaza la hipótesis contraria al que plantea el investigador y se acepta la hipótesis alterna por lo que si existe un tratamiento eficiencia de la especie Opuntia como coagulante en el tratamiento de aguas acidas de mina

4.2.3. Prueba de hipótesis específico 2

El uso del coagulante Opuntia floccosa remueve el plomo a una concentración optima las aguas ácidas de la Minera Kolpa S.A.

4.2.3.1. Formulación de la hipótesis nula y alterna según al problema.

H0: El uso del coagulante Opuntia floccosa no remueve el plomo a una concentración optima las aguas ácidas de la Minera Kolpa S.A.

$$P_{xy} = 0$$

Ha: El uso del coagulante Opuntia floccosa remueve el plomo a una concentración optima las aguas ácidas de la Minera Kolpa S.A.

$$P_{xy} \neq 0$$

4.2.3.2. Escoger el riesgo o nivel de significancia

La tesis tiene un nivel de riesgo del 5% y un 95% de confianza.

4.2.3.3. Prueba de normalidad

Tabla 34. prueba de normalidad con el estadístico de Shapiro-Wilk.

	Concentración	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Remoción de plomo	Concentración C10 ppm-T2min	,897	5	,392

Concentración C20 ppm-T2min	,944	5	,697
Concentración C30 ppm-T2min	,966	5	,851
Concentración C50 ppm-T2min	,767	5	,042
Concentración C70 ppm-T2min	,957	5	,790
Concentración C10 ppm-T5 min	,925	5	,560
Concentración C20 ppm-T5 min	,944	5	,695
Concentración C30 ppm-T5 min	,993	5	,989
Concentración C50 ppm-T5 min	,925	5	,560
Concentración C70 ppm-T5 min	,971	5	,881
Concentración C10 ppm-T8 min	,914	5	,490
Concentración C20 ppm-T8 min	,929	5	,589
Concentración C30 ppm-T8 min	,913	5	,484
Concentración C50 ppm-T8 min	,967	5	,858
Concentración C70 ppm-T8 min	,940	5	,666

En la presente tabla 34 se obtuvieron valores dentro de los estándares permitidos de distribución normal ya que se obtuvieron valores de 0.666, 0.858, 0.484, 0.490, 0.881, 0.560, 0.989, 0.695, 0.560, 0.790, 0.042, 0.851, 0.697 y 0.392 dichos resultados indican que los resultados de los diferentes tratamientos con factores de varias concentraciones tienen una distribución normal.

4.2.3.4. Prueba de homogeneidad

Tabla 35. Prueba de homogeneidad de varianza

Prueba de homogeneidad de varianza					
	Estadístico de Levene	gl1	gl2	P valor	
Remoción de plomo	Se basa en la media	1,128	14	60	,354
	Se basa en la mediana	,581	14	60	,870
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,581	14	48,709	,867
	Se basa en la media recortada	1,106	14	60	,372

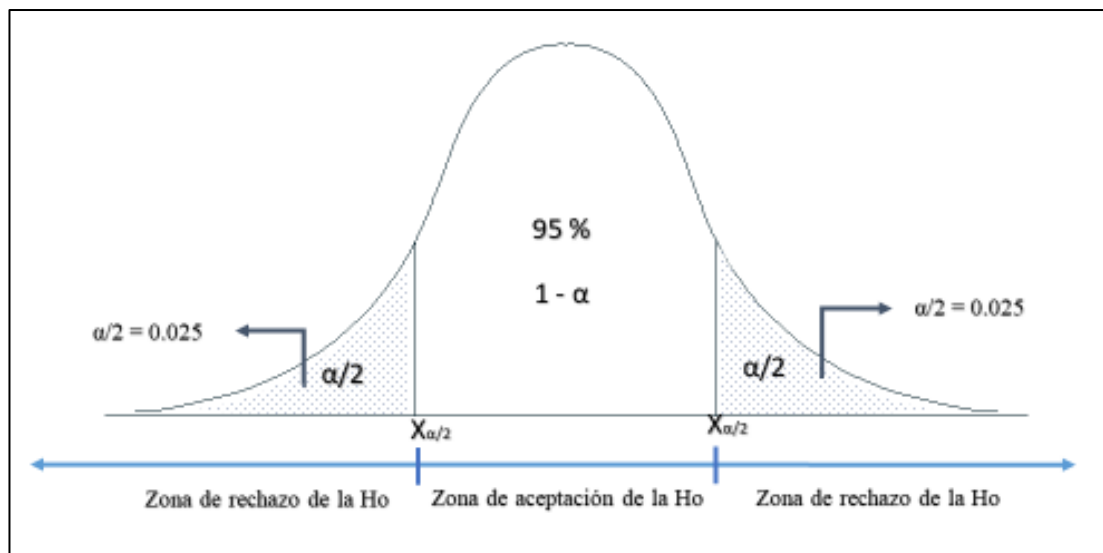
En este apartado se pudo observar que existe homogeneidad de varianza (P valor = 0.354) debido a que el P valor fue mayor al nivel de significancia de 0.05.

4.2.3.5. Escoger el estadígrafo de prueba más apropiado

El análisis inferencial de la presente tesis en el presente apartado se usará el análisis de varianza de la prueba Fisher debido a que el método fue experimental con cinco factores de concentraciones y tres tiempos de coagulación ya que antes de ello la base de datos de los diferentes tratamientos cumplieron con la distribución simétrica y homogeneidad de varianza ya que no hubo presencia de datos atípicos en los quince tratamientos empleados.

4.2.3.6. Establecer la región crítica

Figura 26. Campana de gauss bilateral de dos colas para la contratación de la hipótesis específica 2



Nota: En la presente figura se mostró la campana de Gauss bilateral de dos colas derecha e izquierda en donde ($\alpha/2 = 0.025$) señala la región de rechazo y aceptación de la hipótesis nula e hipótesis alterna.

En la presente figura se mostró la campana de Gauss bilateral de dos colas (derecha e izquierda) en donde ($\alpha/2 = 0.025$) señala la región de rechazo de la hipótesis nula y aprobación de la hipótesis alterna.

4.2.3.7. Calcular los valores de la prueba estadística de una muestra aleatoria de tamaño “n” mediante el P valor

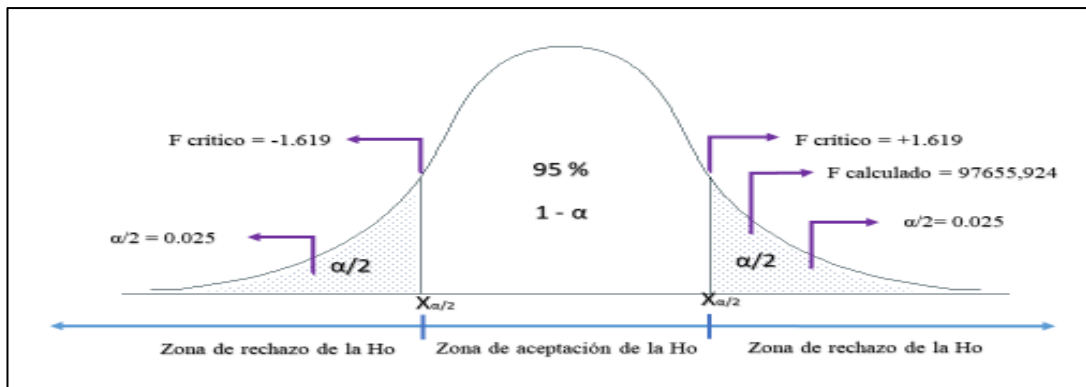
Tabla 36. Prueba de análisis de varianza.

ANOVA					
Remoción de plomo					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	P valor
Entre grupos	2,189	14	,156	97655,92 4	,000
Dentro de grupos	,000	60	,000		
Total	2,189	74			

En este apartado el P valor fue menor al nivel de significancia ($\alpha = 0.05$), por lo que sí existe diferencia significativa entre dichas concentraciones por ende se empleara una prueba pos hoc de Tukey.

4.2.3.8. Calcular los valores de la prueba estadística de una muestra aleatoria de tamaño “n” el “F” calculado.

Figura 27. Región crítica bilateral de dos colas derecha e izquierda, indica que F Calculado > F crítico para la hipótesis 2.



Nota: Si el F calculado es mayor al F critico entonces se acepta la hipótesis alterna.

		V1							
		2	4	6	8	10	12	14	16
V2	1	49.5	55.833	58.204	59.439	60.195	60.705	61.173	61.35
	2	9	9.243	9.326	9.367	9.392	9.408	9.42	9.429
	3	5.462	5.343	5.285	5.252	5.23	5.216	5.205	5.196
	4	4.325	4.107	4.01	3.955	3.92	3.896	3.878	3.864
	5	3.78	3.52	3.406	3.339	3.297	3.268	3.247	3.23
	6	3.463	3.181	3.055	2.983	2.937	2.905	2.881	2.863
	7	3.257	2.961	2.827	2.752	2.703	2.668	2.643	2.623
	8	3.113	2.806	2.668	2.589	2.538	2.502	2.475	2.454
	9	3.006	2.693	2.551	2.469	2.416	2.379	2.351	2.33
	10	2.924	2.605	2.461	2.377	2.323	2.284	2.255	2.233
	15	2.695	2.361	2.208	2.119	2.059	2.017	1.985	1.961
	20	2.589	2.249	2.091	1.999	1.937	1.8921	1.859	1.833
	30	2.489	2.142	1.98	1.927	1.819	1.773	1.737	1.709
	40	2.44	2.091	1.927	1.873	1.763	1.715	1.678	1.649
	50	2.412	2.061	1.895	1.84	1.729	1.68	1.643	1.613
	60	2.356	2.041	1.879	1.819	1.761	1.651	1.619	1.589
	70	2.38	2.027	1.86	1.804	1.691	1.641	1.603	1.572

En el presente apartado se muestra la evaluación de los grados de libertad con el fin de obtener el F tabulado de Fisher para luego contrastarlo con el F calculado y de esa forma aceptar o rechazar la hipótesis planteada por el investigador.

4.2.3.9. Prueba de Hoc Tukey

Tabla 37. Evaluación de las comparaciones múltiples de Tukey.

Remoción de plomo													
HSD Tukey ^a													
Concentración	N	Subconjunto para alfa = 0.05											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Concentración C70 ppm-T2 min	5	,2852											
Concentración C10 ppm -T2 min	5		,3209										
Concentración C10 ppm -T5 min	5		,3226										
Concentración C20 ppm -T8 min	5			,4703									
Concentración C20 ppm -T2 min	5				,4995								
Concentración C70 ppm -T8 min	5					,5142							
Concentración C30 ppm -T5 min	5					,5163	,5163						
Concentración C30 ppm -T8 min	5						,5180	,5180					
Concentración C30 ppm -T2 min	5							,5197					
Concentración C10 ppm -T8 min	5							,5200					
Concentración C20 ppm -T5 min	5								,5276				
Concentración C50 ppm -T8 min	5									,7380			
Concentración C70 ppm -T5 min	5										,7457		
Concentración C50 ppm -T5 min	5											,8152	
Concentración C50 ppm -T2 min	5												,8742
Pvalor		0,000	,698	0,000	0,000	,423	,664	,440	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

Nota: En la presente tabla se puede observar que, si existe variación y diferencia significativa entre los quince diferentes tratamientos por lo que el coagulante utilizado si es el adecuado, pero en concentraciones y tiempos óptimos., dichos resultados son avalados gracias a las comparaciones múltiples de Tukey

4.2.3.10. Decisión estadística

Se concluye estadísticamente que el coagulante Opuntia es el adecuado en la remoción de aguas acidas de mina contaminados por plomo por lo que se rechaza la hipótesis que contradice al investigador y se acepta la hipótesis planteada por el investigador.

4.2.4. Prueba de hipótesis específico 3

El uso del coagulante Opuntia floccosa remueve el hierro a un tiempo optimo las aguas ácidas de la Minera Kolpa S.A.

4.2.4.1. Formulación de la hipótesis nula y alterna según al problema.

H0: El uso del coagulante Opuntia floccosa no remueve el hierro a un tiempo optimo las aguas ácidas de la Minera Kolpa S.A.

$$P_{xy} = 0$$

Ha: El uso del coagulante Opuntia floccosa remueve el hierro a un tiempo optimo las aguas ácidas de la Minera Kolpa S.A.

$$P_{xy} \neq 0$$

4.2.4.2. Escoger el riesgo o nivel de significancia

La tesis tiene un nivel de riesgo del 5% y un 95% de confianza.

4.2.4.3. Prueba de normalidad

Tabla 38. Evaluación de la distribución simétrica o normalidad

Concentración	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Tiempo 2 min C10 ppm	,992	5	,987

Remoción de hierro	Tiempo 2 min C20 ppm	,971	5	,883
	Tiempo 2 min C30 ppm	,808	5	,094
	Tiempo 2 min C50 ppm	,858	5	,220
	Tiempo 2 min C70 ppm	,931	5	,603
	Tiempo 5 min C10 ppm	,973	5	,892
	Tiempo 5 min C20 ppm	,973	5	,892
	Tiempo 5 min C30 ppm	,958	5	,793
	Tiempo 5 min C50 ppm	,951	5	,742
	Tiempo 5 min C70 ppm	,992	5	,985
	Tiempo 8 min C10 ppm	,951	5	,741
	Tiempo 8 min C20 ppm	,905	5	,437
	Tiempo 8 min C30 ppm	,970	5	,876
	Tiempo 8 min C50 ppm	,930	5	,598
	Tiempo 8 min C70 ppm	,924	5	,553

En la presente tabla 38 se obtuvieron valores dentro de los estándares permitidos de distribución normal ya que se obtuvieron valores de 0.553, 0.598, 0.876, 0.437, 0.741, 0.985, 0.742, 0.793, 0.892, 0.892, 0.603, 0.220, 0.094, 0.883 y 0.987 dichos resultados indican que los resultados de los diferentes tratamientos con factores de varias concentraciones tienen una distribución normal.

4.2.4.4. Prueba de homogeneidad

Tabla 39. Evaluación de la homocedasticidad de varianza

Prueba de homogeneidad de varianza					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	P valor.
Remoción de hierro	Se basa en la media	,668	14	60	,796
	Se basa en la mediana	,363	14	60	,980
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,363	14	48,119	,979
	Se basa en la media recortada	,649	14	60	,813

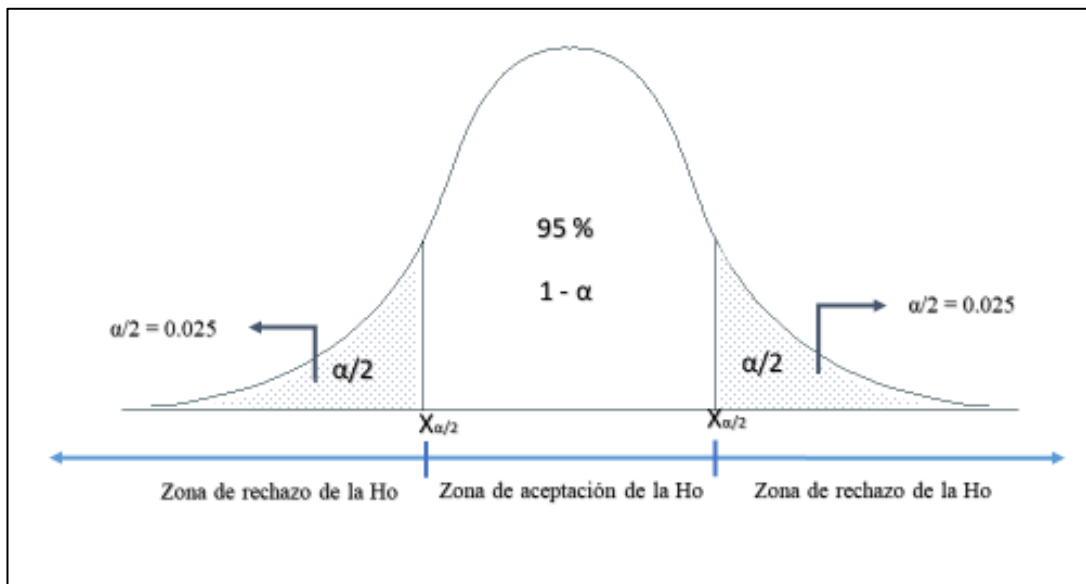
En este apartado se pudo observar que existe homogeneidad ya que el valor (P valor = 0.796) por lo que indica que fue mayor al NS de 0.05.

4.2.4.5. Escoger el estadígrafo de prueba más apropiado

Como los resultados del estudio cumplen con los dos supuestos como lo es la normalidad y homogeneidad se empleara la prueba de medias ANOVA.

4.2.4.6. Establecer la región crítica

Figura 28. Evaluación bilateral de la Campana de gauss para contrastar la hipótesis estadística con F calculado y tabulado.



Nota: En la presente figura se mostró la campana de Gauss bilateral de dos colas derecha e izquierda en donde ($\alpha/2 = 0.025$) señala la región de rechazo y aceptación de la hipótesis nula e hipótesis alterna.

En la presente figura se mostró la campana de Gauss bilateral de dos colas derecha e izquierda en donde ($\alpha/2 = 0.025$) señala la región de rechazo de la hipótesis nula y se aceptación de la hipótesis alterna.

4.2.4.7. Calcular los valores de la prueba estadística de una muestra aleatoria de tamaño “n” mediante el P valor

Tabla 40. Prueba de análisis de varianza

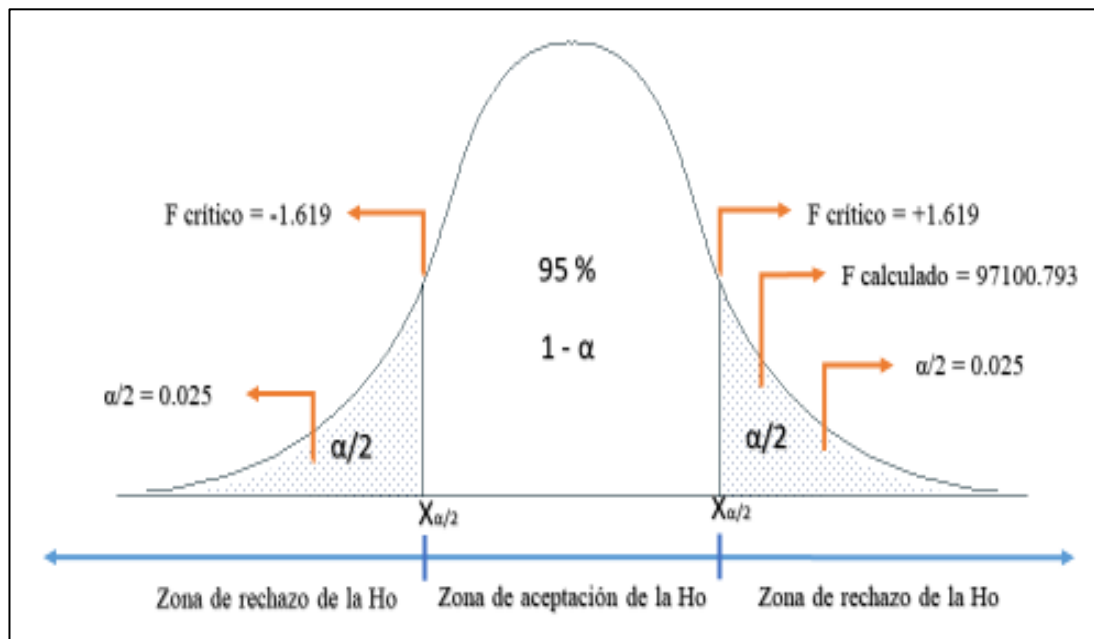
ANOVA
Remoción de hierro

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F calculado	P valor.
Entre grupos	1,444	14	,103	97,100,793	,000
Dentro de grupos	,000	60	,000		
Total	1,444	74			

Estadísticamente existe diferencia significativa entre los quince tratamientos.

4.2.4.8. Calcular los valores de la prueba estadística de una muestra aleatoria de tamaño “n” el “F” calculado.

Figura 29. Región crítica bilateral de dos colas derecha e izquierda, indica que F Calculado > F crítico para la hipótesis 3.



Nota: Si el F calculado es mayor al F crítico entonces se acepta la hipótesis alterna.

V2 \ V1	V1							
	2	4	6	8	10	12	14	16
1	49.5	55.833	58.204	59.439	60.195	60.705	61.173	61.35
2	9	9.243	9.326	9.367	9.392	9.408	9.42	9.429
3	5.462	5.343	5.285	5.252	5.23	5.216	5.205	5.196
4	4.325	4.107	4.01	3.955	3.92	3.896	3.878	3.864
5	3.78	3.52	3.406	3.339	3.297	3.268	3.247	3.23
6	3.463	3.181	3.055	2.983	2.937	2.905	2.881	2.863
7	3.257	2.961	2.827	2.752	2.703	2.668	2.643	2.623
8	3.113	2.806	2.668	2.589	2.538	2.502	2.475	2.454
9	3.006	2.693	2.551	2.469	2.416	2.379	2.351	2.33
10	2.924	2.605	2.461	2.377	2.323	2.284	2.255	2.233
15	2.695	2.361	2.208	2.119	2.059	2.017	1.985	1.961
20	2.589	2.249	2.091	1.999	1.937	1.8921	1.859	1.833
30	2.489	2.142	1.98	1.927	1.819	1.773	1.737	1.709
40	2.44	2.091	1.927	1.873	1.763	1.715	1.678	1.649
50	2.412	2.061	1.895	1.84	1.729	1.68	1.643	1.613
60	2.356	2.041	1.873	1.819	1.761	1.651	1.619	1.589
70	2.38	2.027	1.86	1.804	1.691	1.641	1.603	1.572

En el presente apartado se puede observar la intersección entre los grados de libertad con el fin de determinar el valor tabulado de Fisher con el fin de contrastar en la campana de Gauss la aceptación o rechazo de la hipótesis planteada por los investigadores.

4.2.4.9. Prueba de Hoc Tukey

Tabla 41. Prueba de Hoc Tukey para la remoción de hierro

Remoción de hierro														
HSD Tukey ^a														
Concentración	N	Subconjunto para alfa = 0.05												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Tiempo 8min C70 ppm	5	,4387												
Tiempo 5min C70 ppm	5		,5083											
Tiempo 8min C50 ppm	5			,5403										
Tiempo 2min C70 ppm	5			,5409										
Tiempo 8min C20 ppm	5				,6901									
Tiempo 5min C50 ppm	5				,6903									
Tiempo 8min C10 ppm	5					,7402								
Tiempo 2min C30 ppm	5						,7653							
Tiempo 5min C10 ppm	5							,7797						
Tiempo 2min C10 ppm	5								,7877					
Tiempo 5min C20 ppm	5									,7903				
Tiempo 2min C20 ppm	5										,7929			
Tiempo 8min C30 ppm	5											,8002		

4.2.4.10. Decisión estadística

Estadísticamente se concluye que existe diferencia significativa entre los quince tratamientos por lo que se acepta la hipótesis alterna.

4.2.5. Prueba de hipótesis específico 4

El uso del coagulante *Opuntia floccosa* remueve el plomo en un tiempo optimo las aguas ácidas de la Minera Kolpa S.A.

4.2.5.1. Formulación de la hipótesis nula y alterna según al problema.

H0: El uso del coagulante *Opuntia floccosa* no remueve el plomo en un tiempo optimo las aguas ácidas de la Minera Kolpa S.A.

$$P_{xy} = 0$$

Ha: El uso del coagulante *Opuntia floccosa* remueve el plomo en un tiempo optimo las aguas ácidas de la Minera Kolpa S.A.

$$P_{xy} \neq 0$$

4.2.5.2. Escoger el riesgo o nivel de significancia

La tesis tiene un nivel de riesgo del 5% y un 95% de confianza.

4.2.5.3. Prueba de normalidad

Tabla 42. Prueba de normalidad con el estadístico Shapiro wilk

Concentración	Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	
Tiempo 2 min C10 ppm	,897	5	,392	
Tiempo 2 min C20 ppm	,944	5	,697	
Tiempo 2 min C30 ppm	,966	5	,851	
Tiempo 2 min C50 ppm	,767	5	,042	
Remoción de plomo	Tiempo 2 min C70 ppm	,957	5	,790
	Tiempo 5 min C10 ppm	,925	5	,560
	Tiempo 5 min C20 ppm	,944	5	,695
	Tiempo 5 min C30 ppm	,993	5	,989
	Tiempo 5 min C50 ppm	,925	5	,560
Tiempo 5 min C70 ppm	,971	5	,881	

Tiempo 8 min C10 ppm	,914	5	,490
Tiempo 8 min C20 ppm	,929	5	,589
Tiempo 8 min C30 ppm	,913	5	,484
Tiempo 8 min C50 ppm	,967	5	,858
Tiempo 8 min C70 ppm	,940	5	,666

En la presente tabla 42 se obtuvieron valores dentro de los estándares permitidos de distribución normal ya que se obtuvieron valores de 0.666, 0.858, 0.484, 0.589, 0.490, 0.881, 0.560, 0.989, 0.695, 0.560, 0.790, 0.042, 0.851, 0.697 y 0.392 dichos resultados indican que los resultados de los diferentes tratamientos con factores de varias concentraciones tienen una distribución normal.

4.2.5.4. Prueba de homogeneidad

Tabla 43. Prueba de homogeneidad de varianza

Prueba de homogeneidad de varianza					
	Estadístico de Revene	gl1	gl2	P valor	
Remoción de plomo	Se basa en la media	1,128	14	60	,354
	Se basa en la mediana	,581	14	60	,870
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,581	14	48,70 9	,867
	Se basa en la media recortada	1,106	14	60	,372

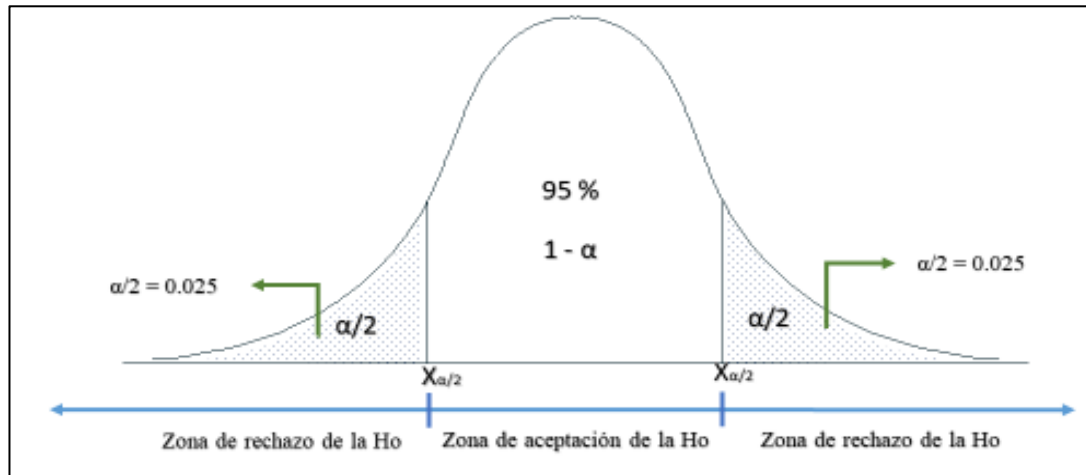
Si cumple con el supuesto de homogeneidad.

4.2.5.5. Escoger el estadígrafo de prueba más apropiado

Se empleo el estadístico paramétrico de ANOVA, con el fin de verificar si existe un tratamiento optimo en la remoción de hierro y plomo con la especie Opuntia.

4.2.5.6. Establecer la región crítica

Figura 30. Campana de gauss bilateral de dos colas para la contratación de la hipótesis específica 4



Nota: En la presente figura se mostró la campana de Gauss bilateral de dos colas derecha e izquierda en donde ($\alpha/2 = 0.025$) señala la región de rechazo y aceptación de la hipótesis nula e hipótesis alterna.

4.2.5.7. Calcular los valores de la prueba estadística de una muestra aleatoria de tamaño “n” mediante el P valor

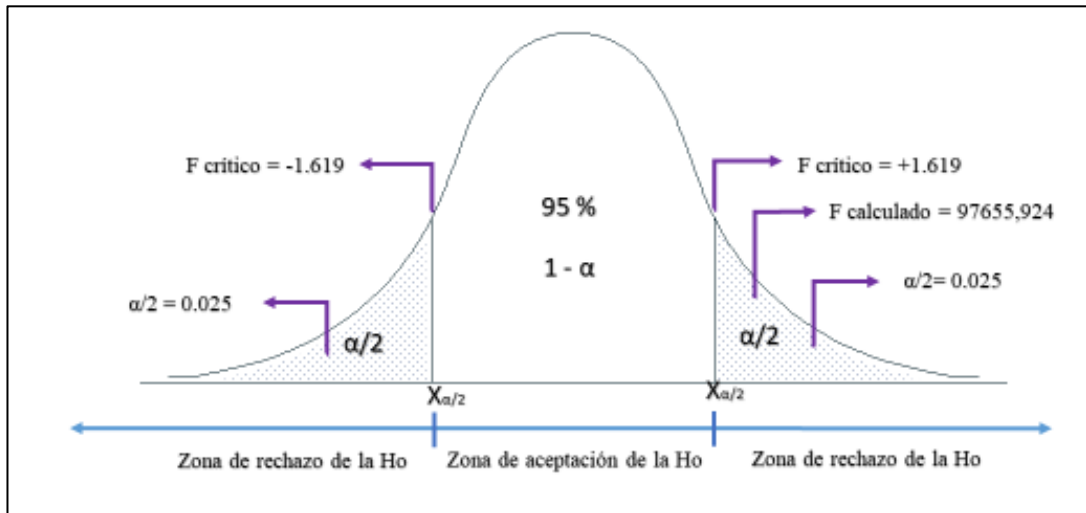
Tabla 44. Prueba estadística para una muestra para la remoción de plomo

ANOVA					
Remoción de plomo					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	P valor
Entre grupos	2,189	14	,156	97655,92 4	,000
Dentro de grupos	,000	60	,000		
Total	2,189	74			

Si existe variación estadística entre los diferentes tratamientos, por lo que se pasó a aplicar la prueba pos hoc de comparaciones múltiples con el fin de identificar que tratamiento es el más óptimo y que tratamiento tiene una menor remoción de metales pesados.

4.2.5.8. Calcular los valores de la prueba estadística de una muestra aleatoria de tamaño “n” el “F” calculado.

Figura 31. Región crítica bilateral de dos colas derecha e izquierda, indica que F Calculado > F crítico para la hipótesis 4.



Nota: Si el F calculado es mayor al F crítico entonces se acepta la hipótesis alterna.

		V1								
		2	4	6	8	10	12	14	16	
V2	1	49.5	55.833	58.204	59.439	60.195	60.705	61.173	61.35	
	2	9	9.243	9.326	9.367	9.392	9.408	9.42	9.429	
	3	5.462	5.343	5.285	5.252	5.23	5.216	5.205	5.196	
	4	4.325	4.107	4.01	3.955	3.92	3.896	3.678	3.864	
	5	3.78	3.52	3.406	3.339	3.297	3.268	3.247	3.23	
	6	3.463	3.181	3.055	2.983	2.937	2.905	2.831	2.863	
	7	3.257	2.961	2.827	2.752	2.703	2.668	2.643	2.623	
	8	3.113	2.806	2.668	2.589	2.538	2.502	2.475	2.454	
	9	3.006	2.693	2.551	2.469	2.416	2.379	2.351	2.33	
	10	2.924	2.605	2.461	2.377	2.323	2.284	2.255	2.233	
	15	2.695	2.361	2.208	2.119	2.059	2.017	1.935	1.961	
	20	2.589	2.249	2.091	1.999	1.937	1.8921	1.859	1.833	
	30	2.489	2.142	1.98	1.927	1.819	1.773	1.737	1.709	
	40	2.44	2.091	1.927	1.873	1.763	1.715	1.678	1.649	
50	2.412	2.061	1.895	1.84	1.729	1.68	1.643	1.613		
60	2.356	2.041	1.875	1.815	1.701	1.651	1.619	1.589		
70	2.38	2.027	1.86	1.804	1.691	1.641	1.603	1.572		

4.2.5.9. Prueba de Hoc Tukey

Tabla 45. Prueba de Hoc Tukey para la remoción de plomo

Remoción de plomo													
HSD Tukey ^a													
Concentración	N	1	2	3	4	Subconjunto para alfa = 0.05				9	10	11	12
Tiempo 2 min - C70 ppm	5	,2852											
Tiempo 2 min - C10 ppm	5		,3209										
Tiempo 5 min - C10 ppm	5		,3226										
Tiempo 8 min - C20 ppm	5			,4703									
Tiempo 2 min - C20 ppm	5				,4995								
Tiempo 8 min - C70 ppm	5					,5142							
Tiempo 5 min - C30 ppm	5					,5163	,5163						
Tiempo 8 min - C30 ppm	5						,5180	,5180					
Tiempo 2 min - C30 ppm	5							,5197					
Tiempo 8 min - C10 ppm	5							,5200					
Tiempo 5 min - C20 ppm	5								,5276				
Tiempo 8 min - C50 ppm	5									,7380			
Tiempo 5 min - C70 ppm	5										,7457		
Tiempo 5 min - C50 ppm	5											,8152	
Tiempo 2 min - C50 ppm	5												,8742
Pvalor		0,000	,698	0,000	0,000	,423	,664	,440	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

Nota: Nota: En la presente tabla se puede observar que, si existe variación y diferencia significativa entre los quince diferentes tratamientos por lo que el coagulante utilizado si es el adecuado, pero en concentraciones y tiempos óptimos., dichos resultados son avalados gracias a las comparaciones múltiples de Tukey

4.2.5.10. Decisión estadística

Se rechaza la hipótesis nula (H_0) por ende se acepta la alterna (H_a) lo que refiere que; existe un tiempo de coagulación del *Opuntia floccosa* que maximiza la remoción de Plomo en aguas ácidas de la Minera. mediante Tukey se obtuvo que el tiempo que máxima fue de 2 minutos a una concentración de 50ppm con una remoción de 87.42%.

V. DISCUSIÓN

En el presente apartado se muestra la discusión de los resultados obtenidos en la investigación con los antecedentes considerados en la presente tesis presentadas en el capítulo II, de la misma forma se detalla las discusiones generales y específicas correspondientes a los objetivos planteados.

5.1.1. Concentración de coagulante *Opuntia floccosa* que maximiza la remoción de hierro en aguas ácidas de la Minera.

En primer lugar, se presenta la discusión con respecto al objetivo específico uno en donde como resultado se obtuvo que el tratamiento T15 tan solo tuvo una remoción de 43.87% siendo el tratamiento mas bajo ya que no es óptima la remoción a concentraciones de 70 ppm, a diferencia del tratamiento T4 que genero un 92.3% de remoción siendo este el mas optimo a una concentración de 50 ppm. Por lo que, se llega a la conclusión que si existe una concentración correspondiente al tratamiento T4 con una concentración de 50ppm. En comparación con el estudio realizado por Rivas et al (2017) sustentan en su artículo denominado “Tratamiento por coagulación-floculación a efluentes de empresa del Níquel comandante Ernesto Che Guevara” obteniendo que el 81,3% de este elemento químico lo encuentran disuelto en el vertido que se da. En donde como resultado de este proceso se obtuvo que existen bajas precipitaciones de níquel en las muestras que fueron evaluadas con los coagulantes VAPEN FLOC PP, CHEMATEK - HIDROXICLORURO DE ALUMINIO, VAPEN FLOC y s AC 851 – SNF a diferencia de las solución de los coagulantes SULFATO DE ALUMINIO Y CHEMATEK- POLICLORURO DE ALUMINIO de las cuales se obtuvo una precipitación de 78.80% y 57.02% de níquel respectivamente; llegando a la conclusión de para la obtención de níquel en grana cantidad se dieron con el uso del sulfato de aluminio teniendo en cuenta la cantidad de 300 mg/L y cal 150 mg/L de cal hidratada. Por otro lado, Veliz et al (2016) en su trabajo que lleva como título “Coagulación-floculación, filtración y ozonización de agua residual para reutilización en riego agrícola” Como resultado se obtuvo el análisis de caracterización obteniendo un pH con un min 6.57 y max de 7.55; turbiedad min de 82 y un max 458, también que cuando la turbiedad está a 140 se usó una mayor dosis de coagulante. Después de todas las pruebas realizadas se

llegó a la conclusión de que entre los 3 coagulantes la sustancia de dicloruro de aluminio y por último como el que tiene menor eficacia es el sulfato férrico. De la misma forma Arias et al (2017) postula en su trabajo denominado "Tratamiento de aguas residuales de una central de sacrificio: uso del polvo de la semilla de la M. oleífera como coagulante natural". Luego que se realizó la prueba de jarras en donde como primer punto se determinó las características generales de agua que será la muestra, se realizó una mezcla a 200rpm durante 1 min añadiendo gradualmente el coagulante obtenido de la M. Oleífera de acuerdo a las cantidad dada; luego realizo un mezcla lenta, y como resultado después de ello y con el reposo requerido se puede visualizar la sedimentación que se da, también se llegó a la conclusión de que a mayor turbidez mayor es la cantidad de dosis que necesita para la sedimentación llegando a la conclusión que la utilización de la semilla de la planta ya mencionada tiene como efecto la remoción de color y la turbidez que posee aprox del 90% determinando que este es una alternativa para el tratamiento de agua en las plantas donde se realiza el sacrificio animal. Comparando los resultados de la presente investigación con los antecedentes discutidos se llegó a la conclusión que se mantiene la teoría de que si existe una concentración de coagulantes que maximiza la remoción de hierro y otros compuestos químicos, por lo que es importante hacer uso de coagulantes naturales para mitigar los impactos negativos sobre la calidad del recurso hídrico en Huancavelica.

5.1.2. Determinar la concentración de coagulante *Opuntia floccosa* que maximiza la remoción de plomo en aguas ácidas de la Minera.

Los resultados que se determinaron en el objetivo específico 02 fue que el tratamiento T5 con una concentración de 70 ppm tan solo obtuvo el 28.52% de remoción siendo este el tratamiento mas bajo en la remoción de plomo en aguas acidas de mina y mientras que el tratamiento T4 con una concentración de 50 ppm obtuvo una remoción de 87.42% por lo que la concentración del coagulante maximiza la remoción de plomo en aguas acidad de mina y estos resultados encajan con los resultados obtenidos por Bravo (2015) postula en su investigación "*Coagulantes y floculantes naturales usados en la reducción de turbidez, sólidos suspendidos, colorantes y metales pesados en aguas residuales*" a escala de

laboratorio, Teniendo como objetivo determinar la capacidad que tienen los derivados de fuentes naturales como coagulantes en los metales pesados, turbidez, colorante y sólidos en suspensión obteniendo una descontaminación en un 86.9%, esto gracias al uso de las plantas que son coagulantes de metales pesados como es la Opuntia Ficus Indica la cual actúa como coagulante en las aguas residuales con altos colorantes, turbidez, y materiales pesados en las aguas residuales y superficiales siendo la cantidad de reducción dependiendo al metal llegando a la conclusión de esta investigación es que existen gran cantidad de vegetal que sirve para la coagulación de determinadas materias siendo altas las concentraciones quitadas a la muestra. Mientras que Vargas y Romero (2010) postula en su informe denominado *“Desarrollo de coagulantes y floculantes para el tratamiento de aguas en países en desarrollo”* teniendo como objetivo evaluar las posibilidades que hacer uso mínimamente de 4 materiales que son originarios de la nación usándolos como floculante y coagulantes para el tratamiento de las aguas que se contaminan o que existía dicha contaminación. tuvieron buenos resultados por que se dio una alta remoción de la turbiedad y la cantidad de coagulante añadido es de 0.5 ppm y 2.0 ppm; luego se realizó las pruebas con aluminio que se necesitó 10 veces más la concentración utilizada con el sulfato de aluminio así llegando a la conclusión de que ambos coagulantes o productos son accesibles y efectivos para realizar la coagulación de las aguas residuales, pero sobresaliendo el residuo que poseía aluminio ya que este es muy fácil de manejarlo y tiene una homogeneidad que permite esto. siendo este último dada en la evaluación ultima en donde la turbiedad inicial es alta y que después de colocar 6 veces más la cantidad de coagulante se observó una disminución considerable. Asimismo, Lopera López (2019) deduce en su tesis denominado *“Proceso de coagulación en el tratamiento de aguas residuales de una heladería: eficiencia de diferentes coagulantes de origen inorgánico”* teniendo como objetivo realizar la evaluación de la reducción de la turbidez y los sólidos que se encuentran suspendidos con el uso de distinto coagulantes inorgánicos de una heladería y como metodología su hizo uso del floculador FP4, y la elección de los coagulantes inorgánicos se realizó por los antecedentes obtenido en marco teórico., Obtuvieron con el Cloruro férrico una remoción mayor de 95.5%; con

el Sulfato Ferroso se logró una remoción mayor de 95.5%; llegando así a la conclusión hay una variación entre sus caracterizaciones eso ya dependiendo a que cantidad de coagulante se coloca en cada jarra y siendo así el Sulfato de aluminio en mejor resultado que dio haciendo su uso como coagulante. De la misma forma Lopera y López (2019) deduce en su tesis denominado "*Proceso de coagulación en el tratamiento de aguas residuales de una heladería: eficiencia de diferentes coagulantes de origen inorgánico*" teniendo como objetivo realizar la evaluación de la reducción de la turbidez y los sólidos que se encuentran suspendidos con el uso de distinto coagulantes inorgánicos de una heladería y como metodología su hizo uso del floculador FP4, y la elección de los coagulantes inorgánicos realizo por los antecedentes obtenido en marco teórico., depende a ello se escogieron el Cloruro Férrico, Sulfato Férrico y Sulfato de Aluminio y para mejorar el resultado se hizo uso de los estabilizadore para el pH como el carbonato de calcio y el hidróxido de sodio. También se siguió condiciones como la velocidad de coagulación fue de 100rpm, el tiempo es 1 min, el pH para el Sulfato férrico y para el sulfato ferroso es de 5.4, para el cloruro férrico y sulfato de aluminio es de 11.3; también se tiene en cuenta la velocidad que tiene el floculador que es de 20 rpm y para finalizar el tiempo que se da la sedimentación es de 20 min. Como resultados obtuvieron la modificación del pH entre 5-7.4 para la sustancia del sulfato de aluminio; entre 4-7 para el Sulfato férrico o también puede ser mayor a 9; entre 4-6 o mayor a 8 en la sustancia de Cloruro Férrico. Obtuvieron con el Cloruro férrico una remoción mayor de 95.5%; con el Sulfato Ferroso se logró una remoción mayor de 95.5%; llegando así a la conclusión hay una variación entre sus caracterizaciones eso ya dependiendo a que cantidad de coagulante se coloca en cada jarra y siendo así el Sulfato de aluminio en mejor resultado que dio haciendo su uso como coagulante. Comparando los resultados de la presente investigación con los antecedentes discutidos se llegó a la conclusión que se mantiene la teoría de que si existe una concentración de coagulantes que maximiza la remoción de plomo y otros compuestos químicos, por lo que es importante hacer uso de coagulantes naturales para mitigar los impactos negativos sobre la calidad del recurso hídrico en Huancavelica.

5.1.3. Determinar el tiempo de coagulación que maximiza la remoción de hierro en aguas ácidas de la Minera, con coagulante *Opuntia floccosa*.

En el objetivo 03 se obtuvo como resultado que el tratamiento T15 con un tiempo de 8 minutos fue el tratamiento con menos porcentaje de remoción ya que tan solo removió el 43.87%, mientras que el tratamiento T4 con un tiempo de 2 minutos fue el tratamiento mas optimo que removió hasta un 92.29% alcanzando a ser un tiempo optimo en la remoción de hierro en aguas acidas de mina, por lo que se deduce que si existe un tiempo del coagulante *Opuntia* que mejora la calidad del agua. En comparación con el estudio realizado por Rivas et al (2017) sustentan en su artículo denominado "Tratamiento por coagulación-floculación a efluentes de empresa del Níquel comandante Ernesto Che Guevara" obteniendo que el 81,3% de este elemento químico lo encuentran disuelto en el vertido que se da. En donde como resultado de este proceso se obtuvo que existen bajas precipitaciones de níquel en las muestras que fueron evaluadas con los coagulantes VAPEN FLOC PP, CHEMATEK - HIDROXICLORURO DE ALUMINIO, VAPEN FLOC y s AC 851 – SNF a diferencia de las solución de los coagulantes SULFATO DE ALUMINIO Y CHEMATEK- POLICLORURO DE ALUMINIO de las cuales se obtuvo una precipitación de 78.80% y 57.02% de níquel respectivamente; llegando a la conclusión de para la obtención de níquel en grana cantidad se dieron con el uso del sulfato de aluminio teniendo en cuenta la cantidad de 300 mg/L y cal 150 mg/L de cal hidratada. Por otro lado, Veliz et al (2016) en su trabajo que lleva como título "Coagulación-floculación, filtración y ozonización de agua residual para reutilización en riego agrícola" Como resultado se obtuvo el análisis de caracterización obteniendo un pH con un min 6.57 y max de 7.55; turbiedad min de 82 y un max 458, también que cuando la turbiedad está a 140 se usó una mayor dosis de coagulante. Después de todas las pruebas realizadas se llegó a la conclusión de que entre los 3 coagulantes la sustancia de licloruro de aluminio y por último como el que tiene menor eficacia es el sulfato férrico. De la misma forma Arias et al (2017) postula en su trabajo denominado "Tratamiento de aguas residuales de una central de sacrificio: uso del polvo de la semilla de la M. oleífera como coagulante natural". Luego que se realizó la prueba de jarras en donde como primer punto se determinó

las características generales de agua que será la muestra, se realizó una mezcla a 200rpm durante 1 min añadiendo gradualmente el coagulante obtenido de la M. Oleífera de acuerdo a las cantidad dada; luego realizo un mezcla lenta, y como resultado después de ello y con el reposo requerido se puede visualizar la sedimentación que se da, también se llegó a la conclusión de que a mayor turbidez mayor es la cantidad de dosis que necesita para la sedimentación llegando a la conclusión que la utilización de la semilla de la planta ya mencionada tiene como efecto la remoción de color y la turbidez que posee aproximadamente del 90% determinando que este es una alternativa para el tratamiento de agua en las plantas donde se realiza el sacrificio animal. Comparando los resultados de la presente investigación con los antecedentes discutidos se llegó a la conclusión que se mantiene la teoría de que, si existe un tiempo de coagulantes que maximiza la remoción de hierro y otros compuestos químicos, por lo que es importante hacer uso de coagulantes naturales para mitigar los impactos negativos sobre la calidad del recurso hídrico en Huancavelica.

5.1.4. Determinar el tiempo de coagulación que maximiza la remoción de plomo en aguas ácidas de la Minera, con coagulante *Opuntia floccosa*.

En el presente apartado se puede observar las remociones de plomo mediante la aplicación del coagulante *Opuntia Floccosa* con las características fisicoquímicas de humedad del 7.05%, ceniza 2.49%, proteína 0.15%, grasa 0.81%, fibra 0.25% y carbohidratos 85.35%, aplicados en quince tratamientos a diferentes tiempos y concentraciones en donde se puede indicar que el tratamiento que presenta mayor remoción fue el tratamiento cuatro con una remoción de hasta 87.4% a diferencia que el tratamiento cinco fue el tratamiento que tuvo menos eficiencia con una remoción de 28.5%. lo que indica que la especie *Opuntia* como coagulante es eficiente en un tiempo óptimo de 2min y una concentración de 50ppm. De la misma forma se puede indicar que existe solo cuatro tratamientos eficientes que removieron mayor al 70% y once tratamientos que removieron por debajo del 70%, lo que indica que la especie *Opuntia* es más eficiente removiendo hierro con respecto al plomo. En comparación con el estudio realizado por Rivas et al (2017) sustentan en su artículo denominado "Tratamiento por coagulación-floculación a

efluentes de empresa del Níquel comandante Ernesto Che Guevara” obteniendo que el 81,3% de este elemento químico lo encuentran disuelto en el vertido que se da. En donde como resultado de este proceso se obtuvo que existen bajas precipitaciones de níquel en las muestras que fueron evaluadas con los coagulantes VAPEN FLOC PP, CHEMATEK - HIDROXICLORURO DE ALUMINIO, VAPEN FLOC y s AC 851 – SNF a diferencia de las solución de los coagulantes SULFATO DE ALUMINIO Y CHEMATEK- POLICLORURO DE ALUMINIO de las cuales se obtuvo una precipitación de 78.80% y 57.02% de níquel respectivamente; llegando a la conclusión de para la obtención de níquel en grana cantidad se dieron con el uso del sulfato de aluminio teniendo en cuenta la cantidad de 300 mg/L y cal 150 mg/L de cal hidratada. Por otro lado, Veliz et al (2016) en su trabajo que lleva como título “Coagulación-floculación, filtración y ozonización de agua residual para reutilización en riego agrícola” Como resultado se obtuvo el análisis de caracterización obteniendo un pH con un min 6.57 y max de 7.55; turbiedad min de 82 y un max 458, también que cuando la turbiedad está a 140 se usó una mayor dosis de coagulante. Después de todas las pruebas realizadas se llegó a la conclusión de que entre los 3 coagulantes la sustancia de dicloruro de aluminio y por último como el que tiene menor eficacia es el sulfato férrico. De la misma forma Arias et al (2017) postula en su trabajo denominado “Tratamiento de aguas residuales de una central de sacrificio: uso del polvo de la semilla de la M. oleífera como coagulante natural”. Luego que se realizó la prueba de jarras en donde como primer punto se determinó las características generales de agua que será la muestra, se realizó una mezcla a 200rpm durante 1 min añadiendo gradualmente el coagulante obtenido de la M. Oleífera de acuerdo a las cantidad dada; luego realizo un mezcla lenta, y como resultado después de ello y con el reposo requerido se puede visualizar la sedimentación que se da, también se llegó a la conclusión de que a mayor turbidez mayor es la cantidad de dosis que necesita para la sedimentación llegando a la conclusión que la utilización de la semilla de la planta ya mencionada tiene como efecto la remoción de color y la turbidez que posee aproximadamente del 90% determinando que este es una alternativa para el tratamiento de agua en las plantas donde se realiza el sacrificio animal.

Comparando los resultados de la presente investigación con los antecedentes discutidos se llegó a la conclusión que se mantiene la teoría de que, si existe un tiempo de coagulantes que maximiza la remoción de plomo y otros compuestos químicos, por lo que es importante hacer uso de coagulantes naturales para mitigar los impactos negativos sobre la calidad del recurso hídrico en Huancavelica.

5.1.5. Determinar el tiempo de coagulación y la concentración de coagulante *Opuntia floccosa* que maximiza la remoción de hierro y plomo en aguas ácidas de la Minera.

La remoción obtenida en la presente tesis fue que el tratamiento T4 fue el mas optimo en cuanto tiempo y concentración y siendo el tratamiento T15 el mas deficiente por lo que se concluye que si existe un tiempo y concentración del coagulante natural optimo en la remoción de hierro y plomo mediante la aplicación del coagulante *Opuntia Floccosa* con las características fisicoquímicas de humedad del 7.05%, ceniza 2.49%, proteína 0.15%, grasa 0.81%, fibra 0.25% y carbohidratos 85.35%, aplicados en quince tratamientos a diferentes tiempos y concentraciones. Por otro lado, Veliz et al (2016) en su trabajo que lleva como título “Coagulación-floculación, filtración y ozonización de agua residual para reutilización en riego agrícola” Como resultado se obtuvo el análisis de caracterización obteniendo un pH con un min 6.57 y max de 7.55; turbiedad min de 82 y un max 458, también que cuando la turbiedad está a 140 se usó una mayor dosis de coagulante. Después de todas las pruebas realizadas se llegó a la conclusión de que entre los 3 coagulantes la sustancia de dicloruro de aluminio y por último como el que tiene menor eficacia es el sulfato férrico. De la misma forma Arias et al (2017) postula en su trabajo denominado “Tratamiento de aguas residuales de una central de sacrificio: uso del polvo de la semilla de la *M. oleífera* como coagulante natural”. Luego que se realizó la prueba de jarras en donde como primer punto se determinó las características generales de agua que será la muestra, se realizó una mezcla a 200rpm durante 1 min añadiendo gradualmente el coagulante obtenido de la *M. Oleífera* de acuerdo a las cantidad dada; luego realizo un mezcla lenta, y como resultado después

de ello y con el reposo requerido se puede visualizar la sedimentación que se da, también se llegó a la conclusión de que a mayor turbidez mayor es la cantidad de dosis que necesita para la sedimentación llegando a la conclusión que la utilización de la semilla de la planta ya mencionada tiene como efecto la remoción de color y la turbidez que posee aproximadamente del 90% determinando que este es una alternativa para el tratamiento de agua en las plantas donde se realiza el sacrificio animal. Comparando los resultados de la presente investigación con los antecedentes discutidos se llegó a la conclusión que se mantiene la teoría de que, si existe un tiempo y una concentración de coagulantes que maximiza la remoción de plomo y hierro compuestos químicos, por lo que es importante hacer uso de coagulantes naturales para mitigar los impactos negativos sobre la calidad del recurso hídrico.

VI. CONCLUSIONES

- ❖ La presente tesis llego a la conclusión que si existe un tratamiento a un tiempo de 2 minutos y una concentración de 50 ppm que maximiza el tratamiento de hierro y plomo en aguas acidas de mina llegando a remover en un 92.29% de hierro y en un 87.42% de plomo haciendo uso de la aplicación del coagulante Opuntia Floccosa con las características fisicoquímicas de humedad del 7.05%, ceniza 2.49%, proteína 0.15%, grasa 0.81%, fibra 0.25% y carbohidratos 85.35%, aplicados en quince tratamientos a diferentes tiempos y concentraciones.
- ❖ En la tesis se pudo observar que la concentracion del tratamiento T4 maximiza la remocion de hierro aplicando como tratamiento la especie Opuntia ya que removio hasta en un 92.29% a diferencia que el tratamiento T15 fue el tratamiento quien menos removio ya que trato en tan solo 43.87%. por lo que se puede concluir que si existe un tratamiento con coagulante Opuntia que maximiza la remocion del hierro encontradas en las aguas acidas de mina.
- ❖ En la presente investigacion se emplearon diferentes tratamientos de las cuales se pudo observar que la concentracion del tratamiento T4 maximiza la remocion de plomo aplicando como tratamiento la especie Opuntia ya que removio hasta en un 87.42% a diferencia que el tratamiento T5 fue el tratamiento quien menos removio ya que trato en tan solo 28.52%. por lo que se puede concluir que si existe un tratamiento con coagulante Opuntia que maximiza la remocion del hierro encontradas en las aguas acidas de mina.
- ❖ En la tesis se pudo observar que el tiempo del tratamiento T4 maximiza la remocion de hierro aplicando como tratamiento la especie Opuntia ya que removio hasta en un 92.29% a diferencia que el tratamiento T15 fue el tratamiento quien menos removio ya que trato en tan solo 43.87%. por lo que se puede concluir que si existe un tratamiento con coagulante Opuntia que maximiza la remocion del hierro encontradas en las aguas acidas de mina.
- ❖ En la presente investigacion se emplearon diferentes tratamientos de las cuales se pudo observar que el tiempo del tratamiento T4 maximiza la remocion de plomo aplicando como tratamiento la especie Opuntia ya que removio hasta en

un 87.42% a diferencia que el tratamiento T5 fue el tratamiento quien menos removio ya que trato en tan solo 28.52%. por lo que se puede concluir que si existe un tratamiento con coagualante Opuntia que maximiza la remocion del hierro encontradas en las aguas acidas de mina.

VII. RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda emplear otras concentraciones y tiempos con el fin de identificar nuevos tratamientos que maximicen el tratamiento de hierro y plomo con la especie Opuntia, asimismo de esta forma sumar a la línea de investigación que fortalezcan la base científica con el fin de resolver los problemas ambientales en la región de Huancavelica. De la misma forma se recomienda hacer uso de otras especies de la región como coagulante en el tratamiento de aguas ácidas de mina y dejar de usar sustancias o insumos químicos que contaminan el medio ambiente después de ser usados.
- ❖ Recomendamos caracterizar otros parámetros químicos que vierta la minera en estudio, con el fin de buscarle solución en el pretratamiento, tratamiento primario, secundario, terciario o hasta tratamiento especializado con el fin de evitar los impactos que este genere al medio ambiente. Asimismo, realizar una investigación de nivel predictivo el cual modele el impacto que generara dichos contaminantes, así como el hierro en un futuro. Es importante realizar la caracterización completa de los parámetros fisicoquímicos y hasta microbiológicos de la minera con el fin de verificar que parámetros se encuentran por encima de la normativa ambiental establecida que son los límites máximos permisibles para el vertimiento de aguas ácidas de mina y envase a ello aplicar o emplear tratamientos naturales que remuevan dichos contaminantes y de esa forma evitar el impacto negativo que genera a los cuerpos receptores ya que bajan la calidad de agua según su categorización establecida por el MINAM.
- ❖ Recomendamos tratar otros metales pesados con la especie Opuntia Floccosa como coagulante en el tratamiento de aguas ácidas de minas y de esta forma identificar que parámetros remueve y que parámetros no remueve de manera significativa. Esto con el fin de reemplazar los químicos usados actualmente y reemplazarlos con algo natural que beneficien en el tratamiento de agua y a la vez al medio ambiente. Esta recomendación ayudara a ver la capacidad de remoción de la especie Opuntia en la remoción de otros metales pesados aparte del plomo y hierro analizados en la presente tesis.

- ❖ De la misma forma recomendamos potencializar el tratamiento del coagulante Opuntia con algún otro aditivo que maximice la remoción de metales pesados y de esa forma incrementar el estado del arte en el tratamiento de aguas contaminadas por aguas acidas de mina, y enriquecer la información científica para los futuros investigadores de la carrera de ingeniería ambiental y demás carreras afines. En la región de Huancavelica hay presencia de muchas especies ya que es una región megadiverso en flora y fauna y la fauna puede ser usado como insumo o sustrato en el tratamiento de aguas residuales y de esta forma hacer un uso sostenible en el tratamiento de aguas residuales y evitar los impactos negativos hacia el medio ambiente. A los futuros investigadores recomendamos hacer uso de esta investigación como antecedente con el fin de desarrollar una investigación de nivel predictivo y hasta aplicativo usando otra metodología y otros factores aparte del tiempo y concentración que mejoren o maximicen la potencialidad de remover contaminantes como los metales pesados.

REFERENCIAS

Barbosa Ramírez., Diana . 2019. ¿Qué es, para qué sirve y cuando se debe realizar una prueba de jarras? *industriales, DISINS.A. Diseños y construcciones.* [En línea] 2019. <https://www.disin.com/que-es-para-que-sirve-y-cuando-se-debe-realizar-una-prueba-de-jarras/>.

Adam, W. y Bauder, Jim. Colostate.edu. *Colostate.edu.* [En línea] http://region8water.colostate.edu/PDFs/we_espanol/Iron%202012-11-15-SP.pdf.

Aduvire, Osvaldo. 2006. *Tratamiento de aguas acidas de mina.* Madrid : Instituto Geologico y Minero de España - Direccion de Recursos Minerales y Geoambiente, 2006.

Agencia de Protección Ambiental. 2017. *Quality AssurancetHandbook for Air Pollution Measurement Systems.* 2017. Vol. Volume II.

Ahuanari, Rubí y Mozombite, Danitza. 2019. *Evaluación del grado de contaminación por efecto de la emisión de gases y ruido en la ciudad de San Antonio del estrecho por edificación del Centro de Salud.* San Juan Bautista : Universidad Científica del Perú, 2019.

Alfayate, José y Gonzales, María. 2011. *Contaminación ambiental.* España : Editorial paraninfo, 2011.

Alvarado, Rubí. 2019. *Evauación de la calidad de aire por la emisión del material particulado en las piladoras Rey León S.A.C y Santa Clara, Cacatachi - 2018.* Tarapoto - Perú : Universidad César Vallejo, 2019.

Andia, Yolanda. 2000. *Tratamiento de agua: Coagulacion y Floculacion.* Lima : Sedapal, 2000.

Aragón, Pilar. 2011. *Problemas de la contaminación ambiental.* España : Editorial Fecus, 2011.

Auge, Miguel. 2007. *Agua fuente de vida.* La plata : s.n., 2007.

Ayala, Yovana. 2011. Blogspot.com. [En línea] 6 de Septiembre de 2011. <http://mannigel.blogspot.com/2011/09/la-importancia-de-opuntia-floccosa.html>.

Barreto, Humberto Lelis. 2016. *Efecto de la dosificación de cal en la remoción de hierro y cobre del efluente de la empresa minera San Simón- La Libertad.* Trujillo : Universidad César Vallejo, 2016.

Bautista, Roger y Alicia, Jiménez. 2020. *Influencia del tiempo de retención y proporción del zuro de Zea Mays en el drenaje ácido de mina para la remoción de hierro y plomo total del río Hualgayoc–Arascorgue, Cajamarca, 2019.* Cajamarca : Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, 2020.

Berrospi, Liz Yannela. 2019. *Remoción de metales pesados presentes en las aguas ácidas de la laguna Yanamate mediante la aplicación de la dolomita como agente remediante a escala experimental-2019.* Cerro de Pasco : Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión , 2019.

Borja S, Manuel. 2012. Metodología de la investigación científica para ingenieros. Chiclayo : s.n., 2012, pág. 10.

Bravo Gallardo, Monica Alejandra. 2015. *Coagulantes y floculantes naturales usados en la reducción de turbidez, sólidos suspendidos, colorantes y metales pesados en aguas residuales.* Bogotá : Universida Distrital Francisco José De Caldas, 2015.

Cabrera, Nancy, Simancas, Edenia y Hernandez, Julio. 2018. *Test of natural coagulants extracted from Ipomoea incarnata and Moringa oleífera in the purification of industrial wastewater in Cartagena de Indias.* Cartagena : s.n., 2018. págs. 94-99.

Calle, gustavo adolfo clavijo. 2021. *Identificación de un Coagulante Orgánico para el Tratamiento del Agua en el.* Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, bogota : 2021.

Caparachin, Katerin y Salas, Ivan. 2017. *Remoción de hierro de las aguas acidas de la mina Carhuacayán mediante el coagulante del cactáceo Opuntia floccosa a nivel de laboratorio.* Huancayo : Universidad Nacional del Centro del Perú, 2017.

Cardenas, Yolanda Andia. 2000. *Tratamiento de agua: Coagulación y Floculación.* Lima : Sedapal, 2000.

Carrizales, Rosali y Enriquez, Nilo. 2019. *Determinación de la dosis y concentración óptima del coagulante de moringa oleífera en la clarificación del agua de la quebrada taczanapampa de la ciudad de Huancavelica.* Huancavelica : Universidad Nacional de Huancavelica, 2019.

Castro de Reyes, Amy. 2015. *Recolección de datos.* Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala, 2015.

Cayllahua, Madyori Monic y Gonzales, Lizbeth. 2020. *Biosorción de cobre (Cu) y plomo (Pb) provenientes de relaves mineros mediante el uso de biomasa microbiana, Mina Buenaventura - Julcani.* Huancavelica : Universidad Nacional de Huancavelica, 2020.

Ccanto Mallma, Germán. 2010. *Metodología de la investigación científica en contabilidad.* Huancayo : Vision peruana, 2010.

Charres, Isabella y Marcela, Diana. 2016. *Evaluación de la calidad de aire en el municipio de Sucisca (Cundimarca).* Bogotá - Colombia : Universidad Libre de Colombia, 2016.

Chavez, Janet. 2016. *Eficiencia del Coagulante a base de Huaraco (Austrocyliindropuntia floccosa) en la disminución de la turbiedad en las aguas de la laguna Yanacocha – Pasco.* Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2016.

Chávez, Patricia. 2018. *Contaminación del aire por material particulado sedimentable en la zona urbana de Huánuco de agosto a octubre del 2016.* Tingo María - Perú : Universidad Nacional Agraria de la Selva, 2018.

CLARIFICACIÓN DE AGUAS USANDO COAGULANTES POLIMERIZADOS: CASO DEL HIDROXICLORURO DE ALUMINIO. **Flores, Juan Miguel Cogollo. 2011.** 165, 01 de 01 de 2011, revistas.unal.edu.co, Vol. 78, págs. 18-27.

Coagulación-floculación, filtración y ozonización de agua residual para reutilización en riego agrícola. **Veliz, Eliet, y otros. 2016.** 2016, Tecnología y Ciencias del Agua, págs. 17-34.

Cogollo Florez, Juan Miguel. 2010. *Clarificación de aguas usando coagulante polimerizados: caso del hidrocloruro de aluminio.* Medellín : ,Universidad Nacional de Colombia, 2010.

Consejo de la Minería Ambiental de la Columbia Británica. 1997. *miningwatch.* Canadá : Rockefeller Brothers, 1997.

Contribución de fuentes y origen del material particulado atmosférico en bogotá, colombia. **Hernandez, Omar Javier Ramiro. 2019.** 2019, Dialnet.

Córdova y Merino, Erick André. 2019. *Aplicación de sulfato de aluminio y tuna (Opuntia ficus-indica) para la remoción de.* UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, chicalcayo_peru : 2019.

Cosme, Oscar y Zeballos, Erwin. 2017. *Influencia del tipo y concentración de coagulante en la remoción de plomo de una solución acuosa.* Huancayo : Universidad Nacional del Centro del Peru, 2017.

Cultivo de Cactus y Suculenta. **Cardinal Sur. 2013.** 2013, Cardinal Sur, págs. 1-77.

Da Ros, G. 1995. *La contaminación de aguas en el Ecuador:Una aproximación económica.* Quito : Abya yala, 1995.

De la cruz, Orlando y Montalvan, Ramiro. 2014. *Los drenajes de la mina Pampamali S.A. en la contaminación del riachuelo ccochatay en el Distrito de Secclla - Huancavelica.* Huancavelica : Universidad Nacional de Huancavelica, 2014.

Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM. 2019. Ministerio del Ambiente. *Sistema Nacional de Información Ambiental.* [En línea] MINAM, 2 de Diciembre de 2019. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/decreto-supremo-que-aprueba-protocolo-nacional-monitoreo-calidad>.

Dolores, Maria. 2011. *Medio Ambiente y Contaminación. Principios básicos.* España : s.n., 2011.

Ecological Treatment of Acid Drainage. 2019. life-etad. *life-etad.* [En línea] 1 de Setiembre de 2019. <http://www.life-etad.com/index.php/es/drenajes-acidos-de-minas-amd>.

Efectos tóxicos del plomo. **Azcona, M y Ramirez, R. 2015.** 2015, Revista de Especialidades Médico - Quirúrgicos, págs. 72-77.

Environmental Protection Agency . 2006. *Unpaved roads. U.S. EPA office of Air and Radiatio.* USA : EPA, 2006.

Ercilio, Francisco, y otros. 2005. *Desafíos del derecho humano al agua en el peru.* Segunda. Lima : Gráfica Loro's, 2005.

Estado del arte del tratamiento de aguas por coagulación- floculación. **Lorenzo Acosta, Yaniris. 2006.** 2006, ICIDCA, págs. 10-17.

Estimación de factores de emisión de material particulado resuspendido antes, durante y después de la pavimentación de una vía en Bogotá . **Mendez Espinoza, Juan Felipe, y otros. 2017.** 2017, Dialnet.

ESTUDIO DEL PROCESO DE COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE LA EMPRESA TEXTIL "DESEMBARCO DEL GRANMA" A ESCALADE LABORATORIO. **Cabrera Bermúdez, Xiomara, Fleites Ramírez, Marisol y Contreras Moya, Ana. 2009.** 2009, Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portuga, págs. 64-73.

Evaluación de la calidad de aire en la Universidad Santiago de Cali. **Reyes, Tito y Bernal, Diana. 2019.** 2019, Universidad Santiago de Cali, pág. 12.

Evaluación de la remoción de cianuros y metales pesados en efluentes líquidos del beneficio de oro de la pequeña minería, por adsorción con carbón activado y peróxido de hidrógeno en Segovia, Antioquia. **Estrada, Claudia, Galeano, Narmar y Restrepo, Gloria. 2020.** 2020, Scielo.

Feria, Jhon, Bermúdez, Sixto y Estrada, Ana. 2014. Eficiencia de la semilla Moringa Oleífera como coagulante natural para la remoción de la turbidez del río Sinú. Montería : Producción Limpia, 2014.

Ferrer, Jesús. 2010. Higiene y seguridad Industrial. *Conceptos básicos de metodología de la investigación* . [En línea] 2010. <http://metodologia02.blogspot.com/p/tecnicas-de-la-investigacion.html>.

Fuentes, Natalia, Molina, Emiro y Ariza, Carla. 2016. *Coagulantes naturales en sistemas de flujo continuo, como sustituto del $Al_2(SO_4)_3$ para clarificación de aguas.* Colombia : Producción + Limpia, 2016. págs. 41-54.

Fuquene, Diana Marcela y Viviana, Yate Andrea. 2018. *Ensayo de jarras para el control del proceso de coagulación en el tratamiento de aguas residuales industriales.* Bogotá : Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, 2018.

García, J. 2008. *Contaminación atmosférica.* México : Editorial Trillas, 2008.

Geostudios Ambientales. 2017. *6ta Modificación del Plan de Cierre de Minas.* Lima : Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.-Unidad Minera Julcani, 2017.

Gonzales, Abel, y otros. 2014. *¿Cómo aprender y enseñar Investigación Científica?* Segunda. Lima : Biblioteca Nacional del Perú, 2014.

Gonzales, Abel, y otros. 2011. *Cómo aprender y enseñar.* [ed.] Juan Oré. Primera. Huancavelica : Universidad Nacional de Huancavelica, 2011.

Green Group Perú. 2017. Laboratorio de Calibración de Gases acreditado con ISO/IEC 17025 en el Perú y el segundo en Sudamérica. [En línea] 2017. <https://www.greengroup.com.pe/equipos/calidad-de-aire/muestreador-de-particulas-hi-vol/detalle#:~:text=Muestreador%20para%20material%20particulado%20PM10,inoxidable%20de%208%E2%80%9Dx10%E2%80%9D..>

Guevara, Julio. 2017. *Índice de la calidad de aire en el Distrito de Morales debido a la presencia de material particulado 2.5 microgramos.* Tarapoto - Perú : Universidad Peruana Unión, 2017.

2002. *Guía Metodológica sobre Drenaje Ácido en la Industria Minera.* 2002.

Gunnar, N. 1998. *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo.* 1998.

Guzman, Jhosthins. 2019. *Evaluación de la calidad del aire de la central térmica de ventanilla*. Lima - Perú : Universidad Nacional Federico Villareal, 2019.

Hernández , Roberto. 2004. *Metodología de la Investigación*. México : McGraw-Hill/Interamericana Editores, SA DE C.V, 2004, Vol. Cuarta edición .

Hernández Sampieri , Roberto. 2014. *Metodología de la Investigación*. México : McGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2014, pág. 96.

Hernández Sampieri, Roberto. 2014. *Metodología de la investigación*. México : McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. DE C.V., 2014. Vol. Sexta edición.

Hernandez, Aurelio. 2001. *Depuracion y desinfeccion de aguas residuales*. Sexta. Madrid : Garceta, 2001.

Hernández, Roberto. 2014. *Metodología de la Investigación*. México : s.n., 2014.

Hernandez, Roberto. 2019. *Metodologia de la investigacion: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mexico : McGraw-Hill, 2019.

Herrmann, Carlos y Zappettini, Eduardo. 2014. *Recursos minerales, Minería y Medio Ambiente*. Buenos aires 2014 : Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, 2014.

Huiza, Alberto y Orellana, Wilber. 2015. *Remoción de metales del drenaje acido de mina mediante lecho pulsado de caliza del pasivo ambiental minero Apu Campanayoc I Huancavelica*. Huancayo : Universidad Nacional del Centro del Peru, 2015.

Impacto del Material Particulado aéreo (MP 2,5) sobre las hospitalizaciones por enfermedades respiratorias en niños: estudio caso-control alterno. **Matus, Patricia y Oyarzún, Manuel. 2019.** 2, Chile : Scielo, 2019, Vol. 90.

Impacto del medio ambiente en la salud. **Organización Mundial de la Salud. 2016.** 2016, Actualización mundial, pág. 23.

Instituto de Hidrología, Metereología y Estudios Ambientales. 2018. Sistema Nacional Ambiental. [En línea] 2018. http://sisaire.ideam.gov.co/ideam-sisaire-web/aprendizaje.xhtml?de=indice_calidad.

Instituto geoambiental. 2020. Material particulado. [En línea] Noviembre de 2020. <https://www.saludgeoambiental.org/material-particulado>.

Jimenez, Cynthia Candy. 2017. *Eficiencia en la remoción del tratamiento de aguas ácidas de mina, mediante neutralización activo con lechada de cal de la Unidad Minera Arasi – Puno*. Lima : Universidad Peruana Unión, 2017.

Larrain Vial SAB. 2012. *Minería en el Perú Realidad y Perspectivas*. Lima : El Comercio S.A., 2012.

Levin, J. 1979. *Fundamentos de la Estadística en la Investigación Social*. Mexico : Harla, 1979.

Lillo, Javier. Impactos de la minería en el medio natural. [En línea] [Citado el: 25 de Enero de 2021.] <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-15564/Impactos%20de%20la%20miner%C3%ADa%20-%20Javier%20Lillo.pdf>.

- Lopera López, Fernanada Carolina. 2019.** *Proceso de coagulación en el tratamiento de aguas residuales de una heladería: eficiencia de diferentes coagulantes de origen inorgánico.* Bogotá : UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS, 2019.
- Marin, R. 2003.** *Fisicowuimica y microbiologica de los medios acuaticos: Tratamiento y control de calidad de agua.* Madrid : Diaz Santo S.A., 2003.
- Martínez, A. 2000.** *Introducción al monitoreo atmosférico producido por partículas en suspensión.* Madrid : Editorial Ciemat, 2000.
- Material particulado dispersado al aire por vehículos en caminos agrícolas no pavimentados.* **Flores Margez, Juan Pedro, y otros. 2011.** 2011, Scielo.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2008.** *Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire .* Bogotá. 2008.
- Ministerio del Ambiente (MINAM). 2017.** Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias. *Ambiente.* 2017, pág. 4.
- Ministerio del ambiente. 2019.** Protocolo de monitoreo de la calidad de aire. [En línea] Noviembre de 2019. file:///C:/Users/TOSHIBA/Downloads/protocolo_monitoreo_aire%20(4).pdf.
- Ministerio del medio ambiente. 2006.** *Plomo.* 2006.
- Monje Alvarez, Carlos Arturo. 2011.** *Metodología de investigación cuantitativa y cualitativa .* Bogota : Universidad Surcolombiana, 2011.
- Monroy, Rubi. 2019.** *Remoción de plomo pb (II) de soluciones acuosas y aguas residuales de mina, por adsorción, floculación – sedimentación de flujo ascendente batch utilizando chacko (hidralgirita) y cal (cao).* Puno : Universidad Nacional del Altiplano, 2019.
- Motocanche, Diego. 2019.** *Evaluación de la influencia de las condiciones metereológicas en los niveles de material particulado PM10 y PM2.5 en la construcción del Hospital Hipólito Unánue de Tacna.* Tacna - Perú : Universidad Privaa de Tacna, 2019.
- Muñoz, Carlos. 2015.** *Metodología de investigación-ciencia sociales.* México : Oxford University Press México, S.A. de C.V., 2015.
- Navarro, Natalia. 2022.** prueba de jarras . *ingeniería y servicios naturales .* [En línea] 2022.
- Nevers, Noel. 1998.** *Ingeniería de control de la contaminación del aire.* México : Editorial McGraw-Hill, 1998.
- Nieto y Orellana. 2011.** *Citado por Caparachin, Katerin; Salas, Ivan 2017.* 2011.
- Niño, Vintor Miguel. 2011.** *Metodología de la investigación.* Bogota : Ediciones de la U, 2011.
- Nordstrom, D, y otros. 2000.** *Negative pH and extremely acidic mine waters from Iron Mountain.* California : Evironmental Science & Technology, 2000. págs. 254-258.
- Nordstrom, K y Alpers, C. 1999.** *Negative pH, efflorescent mineralogy, and consequences for environmental restoration at the Iron Mountain superfund site,.* California : Natural Academy Science., 1999. págs. 3455-3462. Vol. 96.
- Oseda, Dulio. 2010.** *Metodología de la investigación.* Huancayo : Pirámide, 2010.

Ostolaza, Carlos. 2011. *101 cactus del Perú*. Lima : MINISTERIO DEL PERU, 2011. págs. 1-253.

Pacheco, Prisiani Haydee y Zapana, Kelly Fiorela. 2018. "EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS EN EL PROCESO DE CLARIFICACIÓN DE AGUAS DE LA SUB CUENCA DEL RIO YURA EN LA CIUDAD DE CALETA PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUAS DE LA JASS-VICTOR". Arequipa : UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA, 2018.

Paew, M. 1972. *El método Montessori*. Londres : Editorial Espasa, 1972.

Paredes, Dany. 2016. *Relación del material particua menor de 10 micras (PM10) y el dióxido de nitrógeno (NO2) con las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores en niños menores de 5 años de la cuenca atmosférica de Trujillo, 2005*. Trujillo : Universidad Nacional de Trujillo, 2016.

Paredes, Yon y Surco, Adderly. 2020. *Relación entre las enfermedades respiratorias y la concentración de material particulado PM10 en Arequipa 2019*. Arequipa : Universidad Tecnológica del Perú, 2020.

Piaget, J. y Heller, J. 1968. *La autonomía en la escuela*. Barcelona - España : Editores Paidós, 1968.

Pineda, Elia Beatriz. 1994. *Metodología de la investigación-Manual para el desarrollo de personal de salud*. Washington : s.n., 1994.

Pineda, R. 2004. *Presencia de hongos micorrízicos arbusculares y contribución de Glomus intraradices en la absorción y translocación de cinc y cobre en girasol (Helianthus annuus L.)*. Mexico : Unversidad de Colima, 2004.

2022. pochteca. *¿QUÉ SON LOS COAGULANTES Y QUÉ TIPOS EXISTEN?* [En línea] 03 de 05 de 2022. <https://acortar.link/P49Akq>.

Prieto, Carlos Jaime. 2009. *El agua: sus formas, efectos, abastecimientos, usos, daños, control y conservación*. Tercera. s.l. : Ecoe Ediciones, 2009.

Prieto, Oscar. 2016. *Caractetización de material particulado, plomo y arsénico para la evaluación de la calidad de aire en el distrito de Islay - Matarani*. Arequipa - Perú : Universidad Nacional de San Agustín, 2016.

Quiroz, Claudio Andres. 2007. *Drenaje ácido: estudio y tentativa de seguimiento del transporte de solutos*. s.l. : Universidad de Chile, 2007.

Ramírez , Alberto. s/f. *Metodología de la investigación científica*. Colombia : Pontificia Universidad Javeriana, s/f.

Reece, Beverly. 1995. "contaminación perpetua". Washington : Clementine , 1995.

Relocacion of net-acid-generating wase to improve post-mining water chemistry. **Morin, Kevin y Hutt, Nora. 2000.** 2000, Waste Management, págs. 185-190.

Remoción de plomo mediante partículas coloidales como auxiliares en un proceso de coagulación. **Arias, Fatima y Rangel, Gustavo. 2016.** 2016, JOVENES EN LA CIENCIA, págs. 304-308.

Restrepo Osorno , Hernán Alonso . 2009. *Evaluación del proceso de coagulación – floculación de una planta de tratamiento de agua potable.* Medellín : UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, 2009.

Restrepo, Alonso. 2009. *Evaluación del proceso de coagulación-floculación de una planta de tratamiento de agua potable.* Medellín : Universidad Nacional de Colombia, 2009.

Roque, Benavides,. 2018. *La minería responsable y sus aportes al desarrollo del Perú.* Tercera. Lima : s.n., 2018.

Salazar, Héctor José. 2013. *Manual de Metodología de la investigación.* Huaráz : s.n., 2013, pág. 22.

servyeco. *Coagulantes: definición y tipos .* [En línea]
<https://www.servyeco.com/coagulantes-definiciones-y-tipos-servyeco.html>.

Soriano, Roger. 2018. *Evaluación de la eficiencia en neutralización y remoción de metales pesados (Fe, Cu, Pb, Zn) del drenaje ácido de mina con lodos de baja densidad a nivel planta piloto de Cía Minera Huancapeti - 2016.* Huaraz : Universidad Nacional Santiago Atúnez de Mayolo, 2018.

Strauss, W. 1990. *Contaminación del aire, causas, efectos y soluciones.* México : Editorial Trillas S.A., 1990.

Tamayo, Mario. 2003. *El Proceso de la Investigación Científica.* México : Limusa S.A., 2003.

Tarazona, Paula. 2018. *Evaluación de la calidad de aire por emisiones de material particulado (PM10) en la vereda Mochuelo - Alto Bogotá D.C.* Bogotá - Colombia : Universidad El Bosque, 2018.

Tarón, Arnulfo, Guzmán, Luis y Barros, Israel. 2017. *Evaluación de la Cassia fistula como coagulante natural en el tratamiento primario de aguas residuales.* Colombia : Universidad de los Llanos, 2017.

Tenorio, Bahena. 1998. *Técnicas de investigación documental.* s.l. : Trillas, 1998.

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE UNA CENTRAL DE SACRIFICIO: USO DEL POLVO DE LA SEMILLA DE LA M. oleífera COMO COAGULANTE NATURAL. **Arias Hoyos, Arnol, y otros. 2017.** 2017, Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, págs. 29-39.

Tratamiento por coagulación-floculación a efluente de la empresa Níquel Comandante Ernesto Che Guevara. **Rivas, Sorangel, Menés, Gerardo y Romulo, Aimet. 2017.** 2017, Scielo, págs. 173-183.

Tratamiento por coagulación-floculación a efluentes de empresa del Níquel comandante Ernesto Che Guevara. **Rivas Romero, Sorangel, Menés Vuelta, Gerardo y Rómulo Rodríguez, Aimet . 2017.** 2017, Centro de Investigaciones del Níquel (CEDINIQ).

Tratamientos pasivos de drenajes ácidos de mina: estado actual y perspectivas de futuro. **Lopez, E, Aduvire, O y Baretino. 2002.** 2002, Boletín Geológico y Minero, págs. 3-21.

Vara, María. 2017. *Contaminación atmosférica con material particulado en la ciudad del Cusco y su comportamiento - 2016.* Arequipa - Perú : Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, 2017.

Vargas C., Maricruz y Romero E., Luis Guillermo. 2010. *DESARROLLO DE COAGULANTES Y FLOCULANTES PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS EN PAÍSES EN DESARROLLO.* Costa Rica : INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA, 2010.

Vivanco, Edwin. 2019. *Evaluación de la concentración de PM10 y plomo en el aire ambiental, en los pueblos jóvenes cercanos a los depósitos de minerales en el Callao.* Lima - Perú : Universidad Nacional Agraria La Molina, 2019.

Volesky, B. 1994. *Advances in biosorption of metals: Selection of biomass types.* 1994. págs. 291-302.

Walter, Doris. 2021. WIKIPEDIA. *WIKIPEDIA.* [En línea] 1 de MAYO de 2021. https://es.wikipedia.org/wiki/Austrocylindropuntia_floccosa.

Water contamination by heavy metals, analysis methods and removal technologies. **Pabón, S., y otros. 2020.** 27, 2020, Entre Ciencia e Ingeniería, Vol. 14, págs. 9-18.

Zamorano, Jorge. 2016. *El marco teórico.* México : Universidad Autónoma de Estado de Hidalgo, 2016.


Zevallos, Juan. 2016. *Estabilización del drenaje ácido de mina (DAM) de la empresa Paraíso Perdido Apata.* Huancayo : Universidad Nacional del Centro del Perú , 2016.

ANEXOS

Anexo 1 Matriz de Operacionalización de variables


VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDAD	INSTRUMENTO
Variable dependiente: % de remoción de hierro y plomo	Es el fenómeno de desestabilización de las partículas coloidales, que puede conseguirse especialmente por medio de la neutralización de sus cargas eléctricas.	Para obtener la remoción óptima necesariamente debemos tener en cuenta el tiempo de floculación y la concentración del coagulante, la cual se determinará utilizando el Prueba de jarras.	% de remoción de Fe	Concentración de hierro (Fe)	mg Fe/l	Metalicér
				Concentración de Plomo (Pb)	mg Pb /l	Metalicér
Variable independiente: Coagulante (<i>Opuntia floccosa</i>)	Se llama coagulante al insumo utilizado para el proceso de coagulación-floculación del agua ácida de la Minera Kolpa	La concentración de coagulante natural será diferente en cada prueba (intensidad de mezcla) de acuerdo a la cantidad de insumo de coagulante.	Concentración del Coagulante (<i>Opuntia floccosa</i>)	10 20 30 50 70	ppm ppm ppm ppm ppm	Balanza analítica
Tiempo de coagulación	El tiempo es una magnitud física con la que se pueden medir periodos.	Período determinado durante el que se realiza la coagulación	Tiempo	120 300 480	s s s	Prueba de jarras

Ficha N° 3 Cadena de custodia

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		CODIGO <small>VERSION</small>	FECHA <small>PAGINA</small>																				
FECHA MUESTREO (1):		HORA (2):																					
RESPONSABLE MUESTREO (3):		FIRMA (4):																					
INFORMACION DEL CLIENTE																							
NOMBRE O RAZON SOCIAL DEL PROPIETARIO (5):			TELEFONO (6)																				
DIRECCION(7)			PERSONA DE CONTACTO (8)																				
MUNICIPIO-DEPARTAMENTO (9)			SITIO DEL MONITOREO (10)																				
<small>Nota: Ver al respaldo el instructivo de diligenciamiento de éste registro</small>																							
INFORMACION DE LA MUESTRA																							
CODIGO CHEMILAB (11)	MUESTRA (12)	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA (13)	TOMA DE MUESTRA (14)			PRESEVADO (15)	TIPO DE MUESTREO (16)			Hierro	Plomo	pH	temperatura	color	sabor	conductividad	oxigeno disuelto	PLASTICO (N° RECIPIENTES)	VIDRIO (N° RECIPIENTES)	ENVASE DE PROPIETI LENO	OTROS		
			FECHA				SI	NO	SIMPLE													COMPUESTA	INTEGRADA
			AÑO	MES	DIA																		
ESTADO DE LA MUESTRA (19)			MUESTREADO POR (20)																				
ENVASE SUMINISTRADO POR EL LABORATORIO			SI	NO	DOCUMENTOS ANEXOS (21)																		
REFRIGERADO (T °C=)			SI	NO	ENTREGADO POR (22)																		
SELLO DE SEGURIDAD			SI	NO	PERSONA QUE INSPECCIONA Y SUPERVISA EL TRABAJO EN CAMPO (23)																		
RECHAZADA			SI	NO	OBSERVACIONES (24)																		
FECHA (25)		HORA (26)		RECIBIDO POR (27)														VERIFICADO POR (28)					


NELSON SILVESTRE SOTO
 ING. AMBIENTAL Y SANITARIO
 CIP. 249113


 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450


 Firmado digitalmente por
 Freddy Pillpa Aliaga
 Nombre de reconocimiento
 (DN): cn=Freddy Pillpa Aliaga,
 o=Colegio de Ingenieros del
 Perú, ou=CIP: 196897,
 email=fpillpa@gmail.com,
 c=PE
 Fecha: 2021.12.07 21:20:09
 -05'00'

Validación de instrumento 1

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Mg. NELSON SILVESTRE SOTO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Nacional de Huancavelica
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **ESPECIALISTA EN METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de recolección de datos del Cactáceo Opuntia Floccosa
- 1.5. Autoras del Instrumento: Gómez Ramos, Yesinia Midalid y Paytan Huayllani, Juan Giovanni

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:


- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

99.5%

Lima, 14 de noviembre del 2021


NELSON SILVESTRE SOTO
 ING. AMBIENTAL Y SANITARIO
 CIP. 249113

Validación de instrumento 2

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Mg. NELSON SILVESTRE SOTO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Nacional de Huancavelica
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: ESPECIALISTA EN METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de recolección de datos de los parámetros fisicoquímicos
- 1.5. Autoras del Instrumento: Gómez Ramos, Yesinia Midalid y Paytan Huayllani, Juan Giovanni

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85.0%

Lima, 14 de noviembre del 2021


NELSON SILVESTRE SOTO
 ING. AMBIENTAL Y SANITARIO
 CIP. 249113

Validación de instrumento 3

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: **Mg. NELSON SILVESTRE SOTO**

1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Nacional de Huancavelica

1.3. Especialidad o línea de investigación: ESPECIALISTA EN METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN

1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Cadena de custodia

1.5. Autoras del Instrumento: Gómez Ramos, Yesinia Midalid y Paytan Huayllani, Juan Giovanni

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90.0%

Lima, 14 de noviembre del 2021


NELSON SILVESTRE SOTO
 ING. AMBIENTAL Y SANITARIO
 CIP. 249113

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ACOSTA SUASNABAR, EUSTERIO HORACIO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación:
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de recolección de datos del Cactáceo Opuntia Floccosa
- 1.5. Autoras del Instrumento: Gómez Ramos, Yesinia Midalid y Paytan Huayllani, Juan Giovanni

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 15 de noviembre del 2021



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 2

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ACOSTA SUASNABAR, EUSTERIO HORACIO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación:
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de recolección de datos de los parámetros fisicoquímicos
- 1.5. Autoras del Instrumento: Gómez Ramos, Yesinia Midalid y Paytan Huayllani, Juan Giovanni

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 15 de noviembre del 2021



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 3

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ACOSTA SUASNABAR, EUSTERIO HORACIO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad César Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación:
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Cadena de custodia
- 1.5. Autoras del Instrumento: Gómez Ramos, Yesinia Midalid y Paytan Huayllani, Juan Giovanni

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

80%

Lima, 15 de noviembre del 2021



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450

Validación de instrumento 1

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Mg. Sc Freddy Pillpa Aliaga**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación:
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de recolección de datos del Cactáceo Opuntia Floccosa
- 1.5. Autoras del Instrumento: Gómez Ramos, Yesinia Midalid y Paytan Huayllani, Juan Giovanni

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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


III. OPINION DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

%


 Firmado digitalmente por
 Freddy Pillpa Aliaga
 Nombre de reconocimiento
 (DN): cn=Freddy Pillpa Aliaga,
 o=Colegio de Ingenieros del
 Perú, ou=CIP: 196897,
 email=fpillpas@gmail.com,
 c=PE
 Fecha: 2021.12.07 21:20:09
 -05'00'

Lima, 14 de noviembre del 2021

Validación de instrumento 2

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Mg. Sc Freddy Pillpa Aliaga**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación:
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Formato de recolección de datos de los parámetros fisicoquímicos
- 1.5. Autoras del Instrumento: Gómez Ramos, Yesinia Midalid y Paytan Huayllani, Juan Giovanni

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINION DE APLICABILIDAD:


- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

%

Lima, 14 de noviembre del 2021


 Firmado digitalmente por
 Freddy Pillpa Aliaga
 Nombre de reconocimiento
 (DN): cn=Freddy Pillpa Aliaga,
 o=Colegio de Ingenieros del
 Perú, ou=CIP: 196897,
 email=fpillpa@gmail.com,
 c=PE
 Fecha: 2021.12.07 21:20:09
 -05'00'

Validación de instrumento 3

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Mg. Sc Freddy Pillpa Aliaga**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación:
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Cadena de custodia
- 1.5. Autoras del Instrumento: Gómez Ramos, Yesinia Midalid y Paytan Huayllani, Juan Giovanni

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:


- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

%

Lima, 14 de noviembre del 2021



 Firmado digitalmente por

 Freddy Pillpa Aliaga

 Nombre de reconocimiento

 (DN): cn=Freddy Pillpa Aliaga,

 o=Colegio de Ingenieros del

 Perú, ou=CIP: 196897,

 email=fpillpa@gmail.com,

 c=PE

 Fecha: 2021.12.07 21:20:09

 -05'00'

Anexo 3 Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE E INDICADORES	METODOLOGÍA	MUESTRA
<p>Problema General: ¿Cuál es el tiempo de coagulación y la concentración del Opuntia floccosa que maximiza la remoción del hierro y plomo en aguas acidas de la Minera Kolpa?</p> <p>Problemas Específicos: ¿Qué concentración de coagulante Opuntia floccosa maximizara la remoción de hierro en aguas ácidas de la Minera Kolpa? ¿Qué concentración de coagulante Opuntia floccosa maximizará la remoción de plomo en aguas ácidas de la Minera Kolpa? ¿A qué tiempo de coagulación existirá mayor remoción de hierro en aguas ácidas de la Minera Kolpa, con coagulante Opuntia floccosa? ¿En qué tiempo de coagulación existirá mayor remoción de plomo en aguas ácidas de la Minera Kolpa, mediante con coagulante Opuntia floccosa?</p>	<p>Objetivo General: Determinar el tiempo de coagulación y la concentración de coagulante Opuntia floccosa que maximiza la remoción del hierro y plomo en aguas ácidas de la Minera Kolpa</p> <p>Objetivos Específicos: Determinar la concentración de coagulante Opuntia floccosa que maximiza la remoción de hierro en aguas ácidas de la Minera Kolpa Determinar la concentración de coagulante Opuntia floccosa que maximiza la remoción de plomo en aguas ácidas de la Minera Kolpa Determinar el tiempo de coagulación que maximiza la remoción de hierro en aguas ácidas de la Minera Kolpa, con coagulante Opuntia floccosa Determinar el tiempo de coagulación que maximiza la remoción de plomo en aguas ácidas de la Minera Kolpa, con coagulante Opuntia floccosa</p>	<p>Hipótesis General: El uso del coagulante Opuntia floccosa remueve en un tiempo y concentración en más de un 70% el hierro y plomo de las aguas ácidas de la Minera Kolpa S.A.</p> <p>Hipótesis Específicas: El uso del coagulante Opuntia floccosa remueve el hierro en una concentración optimo las aguas ácidas de la Minera Kolpa S.A. El uso del coagulante Opuntia floccosa remueve el plomo en una concentración optimo las aguas ácidas de la Minera Kolpa S.A. El uso del coagulante Opuntia floccosa remueve el hierro en un tiempo optimo las aguas ácidas de la Minera Kolpa S.A. El uso del coagulante Opuntia floccosa remueve el plomo en un tiempo optimo las aguas ácidas de la Minera Kolpa S.A.</p>	<p>Variable Independiente: -Opuntia floccosa -Tiempo de coagulación</p> <p>Variables Dependiente: % de remoción de hierro y plomo</p>	<p>Tipo de Investigación: -Aplicada -Enfoque cuantitativo</p> <p>Nivel de Investigación: -Explicativo</p> <p>Método General: -Método científico</p> <p>Diseño: -Experimental</p>	<p>Población: 1300 m³ de Aguas ácidas de la Minera Kolpa</p> <p>Muestra: 50 L de agua acida de la Minera Kolpa</p> <p>Muestreo No probabilística</p>

Anexo 4.

Resultados del análisis inicial y final

Fecha de muestreo:

Fecha de recepción de las muestras:

Fecha de

ejecución del ensayo:

01/08/2021- 30/10/2021

10/08/2021-10/11/2021

10/08/2021-10/11/2021

RESPONSABLE DEL LABORATORIO:

Usuarios

Objeto de estudio

Dr. Víctor Guillermo Sánchez Araujo
Ejecución de tesis

Tesista Gómez Ramos Yesenia M, Tesista Paytan Huayllani Juan G.

Muestra:

Tipo de muestra:

Parámetros a analizar

Agua

Simple

Hierro y

plomo

Lugar de muestra:

Lugar de análisis

Fecha de

emisión de reporte

aguas ácidas de la Minera Kolpa
Huancavelica

Laboratorio central de la UNH

12/11/2021

REPORTE

METALES	CONCENTRACION	TIEMPO	ANTES	DESPUÉS	METALES	CONCENTRACIÓN	TIEMPO	ANTES	DESPUÉS
hierro	10	2	19,981	4,255	plomo	10	2	4,456	3,030
hierro	10	2	19,981	4,242	plomo	10	2	4,456	3,032
hierro	10	2	19,981	4,208	plomo	10	2	4,456	3,022
hierro	10	2	19,981	4,234	plomo	10	2	4,456	3,018
hierro	10	2	19,981	4,274	plomo	10	2	4,456	3,029
hierro	20	2	19,981	4,124	plomo	20	2	4,456	2,234
hierro	20	2	19,981	4,135	plomo	20	2	4,456	2,232
hierro	20	2	19,981	4,146	plomo	20	2	4,456	2,223
hierro	20	2	19,981	4,161	plomo	20	2	4,456	2,227
hierro	20	2	19,981	4,137	plomo	20	2	4,456	2,236
hierro	30	2	19,981	4,674	plomo	30	2	4,456	2,139
hierro	30	2	19,981	4,715	plomo	30	2	4,456	2,138
hierro	30	2	19,981	4,706	plomo	30	2	4,456	2,144
hierro	30	2	19,981	4,673	plomo	30	2	4,456	2,147
hierro	30	2	19,981	4,678	plomo	30	2	4,456	2,133

hierro	50	2	19,981	4,153	plomo	50	2	4,456	1,141
hierro	50	2	19,981	4,171	plomo	50	2	4,456	1,149
hierro	50	2	19,981	4,207	plomo	50	2	4,456	1,140
hierro	50	2	19,981	4,143	plomo	50	2	4,456	1,132
hierro	50	2	19,981	4,216	plomo	50	2	4,456	1,143
METALES	CONCENTRACION	TIEMPO	ANTES	DESPUÉS	METALES	CONCENTRACION	TIEMPO	ANTES	DESPUÉS
hierro	70	2	19,981	9,151	plomo	70	2	4,456	3,193
hierro	70	2	19,981	9,169	plomo	70	2	4,456	3,183
hierro	70	2	19,981	9,206	plomo	70	2	4,456	3,178
hierro	70	2	19,981	9,187	plomo	70	2	4,456	3,188
hierro	70	2	19,981	9,155	plomo	70	2	4,456	3,183
hierro	10	5	19,981	4,364	plomo	10	5	4,456	3,013
hierro	10	5	19,981	4,395	plomo	10	5	4,456	3,025
hierro	10	5	19,981	4,406	plomo	10	5	4,456	3,028
hierro	10	5	19,981	4,432	plomo	10	5	4,456	3,010
hierro	10	5	19,981	4,413	plomo	10	5	4,456	3,017
hierro	20	5	19,981	4,176	plomo	20	5	4,456	2,113
hierro	20	5	19,981	4,168	plomo	20	5	4,456	2,104
hierro	20	5	19,981	4,191	plomo	20	5	4,456	2,095
hierro	20	5	19,981	4,201	plomo	20	5	4,456	2,106
hierro	20	5	19,981	4,217	plomo	20	5	4,456	2,108
hierro	30	5	19,981	2,064	plomo	30	5	4,456	2,153
hierro	30	5	19,981	2,075	plomo	30	5	4,456	2,148
hierro	30	5	19,981	2,086	plomo	30	5	4,456	2,163
hierro	30	5	19,981	2,047	plomo	30	5	4,456	2,159
hierro	30	5	19,981	2,077	plomo	30	5	4,456	2,155
hierro	50	5	19,981	6,211	plomo	50	5	4,456	0,827
hierro	50	5	19,981	6,158	plomo	50	5	4,456	0,817
hierro	50	5	19,981	6,206	plomo	50	5	4,456	0,823
hierro	50	5	19,981	6,184	plomo	50	5	4,456	0,828
hierro	50	5	19,981	6,176	plomo	50	5	4,456	0,822
hierro	70	5	19,981	9,824	plomo	70	5	4,456	1,134
hierro	70	5	19,981	9,845	plomo	70	5	4,456	1,128
hierro	70	5	19,981	9,806	plomo	70	5	4,456	1,141
hierro	70	5	19,981	9,833	plomo	70	5	4,456	1,137
hierro	70	5	19,981	9,816	plomo	70	5	4,456	1,125
hierro	10	8	19,981	5,158	plomo	10	8	4,456	2,147

hierro	10	8	19,981	5,176	plomo	10	8	4,456	2,137
hierro	10	8	19,981	5,206	plomo	10	8	4,456	2,143
hierro	10	8	19,981	5,217	plomo	10	8	4,456	2,133
METALES	CONCENTRACION	TIEMPO	ANTES	DESPUÉS	METALES	CONCENTRACION	TIEMPO	ANTES	DESPUÉS
hierro	10	8	19,981	5,199	plomo	10	8	4,456	2,134
hierro	20	8	19,981	6,201	plomo	20	8	4,456	2,353
hierro	20	8	19,981	6,215	plomo	20	8	4,456	2,365
hierro	20	8	19,981	6,206	plomo	20	8	4,456	2,367
hierro	20	8	19,981	6,157	plomo	20	8	4,456	2,361
hierro	20	8	19,981	6,177	plomo	20	8	4,456	2,356
hierro	30	8	19,981	3,991	plomo	30	8	4,456	2,148
hierro	30	8	19,981	3,962	plomo	30	8	4,456	2,153
hierro	30	8	19,981	4,006	plomo	30	8	4,456	2,148
hierro	30	8	19,981	4,027	plomo	30	8	4,456	2,150
hierro	30	8	19,981	3,972	plomo	30	8	4,456	2,140
hierro	50	8	19,981	9,164	plomo	50	8	4,456	1,171
hierro	50	8	19,981	9,192	plomo	50	8	4,456	1,160
hierro	50	8	19,981	9,186	plomo	50	8	4,456	1,174
hierro	50	8	19,981	9,187	plomo	50	8	4,456	1,164
hierro	50	8	19,981	9,203	plomo	50	8	4,456	1,169
hierro	70	8	19,981	11,216	plomo	70	8	4,456	2,162
hierro	70	8	19,981	11,192	plomo	70	8	4,456	2,169
hierro	70	8	19,981	11,206	plomo	70	8	4,456	2,165
hierro	70	8	19,981	11,247	plomo	70	8	4,456	2,158
hierro	70	8	19,981	11,214	plomo	70	8	4,456	2,170

Huancavelica, 12 de noviembre del 2021.

**LABORATORIO CENTRAL DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA**



Dr. Víctor Guillermo Sánchez Araujo
RESPONSABLE

Anexo 5.

Resultados del análisis del hierro y plomo

Resultados de Hierro

REPETICION	TEIMPO 2MIN				
	Concetracion del coagulante Opuntia floccuosa				
	10 ppm	20 ppm	30 ppm	50 ppm	70 ppm
1 rep	4,3051	4,1237	4,6337	7,1312	8,1911
2 rep	4,0422	4,1946	5,1146	6,1693	9,1692
3 rep	4,2481	4,2057	4,7057	5,2057	9,2057
4 rep	4,2361	4,1612	4,8731	6,1415	9,1273
5 rep	4,3462	4,1773	4,9773	6,9863	8,9754

REPETICION	TEIMPO 2MIN				
	Concetracion del coagulante Opuntia floccuosa				
	10 ppm	20 ppm	30 ppm	50 ppm	70 ppm
1 rep	78,45	79,36	76,81	64,31	40,99
2 rep	79,77	79,01	74,40	69,12	45,89
3 rep	78,74	78,95	76,45	73,95	46,07
4 rep	78,80	79,17	75,61	69,26	45,68
5 rep	78,25	79,09	75,09	65,04	44,92

REPETICION	TEIMPO 5MIN				
	Concetracion del coagulante Opuntia floccuosa				
	10 ppm	20 ppm	30 ppm	50 ppm	70 ppm
1 rep	4,3237	4,1157	2,1237	6,8911	9,9237
2 rep	4,3946	4,1683	2,1946	6,1583	10,1846
3 rep	4,2057	4,2057	3,0057	5,9057	10,2057
4 rep	4,6116	4,1012	2,1873	6,1237	10,1328
5 rep	4,6725	4,2773	2,0773	6,9863	9,97547

REPETICION	TEIMPO 5MIN				
	Concetracion del coagulante Opuntia floccuosa				
	10 ppm	20 ppm	30 ppm	50 ppm	70 ppm
1 rep	78,361	79,402	89,372	65,512	50,335
2 rep	78,006	79,139	89,017	69,180	49,029
3 rep	78,952	78,952	84,957	70,444	48,923
4 rep	76,920	79,475	89,053	69,353	49,288
5 rep	76,616	78,593	89,604	65,036	50,076

REPETICION	TEIMPO 8MIN				
	Concetracion del coagulante Opuntia floccuosa				
	10 ppm	20 ppm	30 ppm	50 ppm	70 ppm
1 rep	5,1157	5,1312	3,1913	9,1237	12,1157
2 rep	5,1764	7,1628	3,1619	10,1919	11,1925
3 rep	7,2057	6,2057	4,2057	10,2057	11,2057
4 rep	6,1673	5,1573	4,1273	9,1673	12,1273
5 rep	5,9725	6,9773	3,9324	10,9832	10,9754

REPETICION	TEIMPO 8MIN				
	Concetracion del coagulante Opuntia floccuosa				
	10 ppm	20 ppm	30 ppm	50 ppm	70 ppm
1 rep	74,40	74,32	84,03	54,34	39,36
2 rep	74,09	64,15	84,18	48,99	43,98
3 rep	63,94	68,94	78,95	48,92	43,92
4 rep	69,13	74,19	79,34	54,12	39,31
5 rep	70,11	65,08	80,32	45,03	45,07

Resultados de plomo

REPETICION	TEIMPO 2MIN				
	Concetracion del coagulante Opuntia floccuosa				
	10 ppm	20 ppm	30 ppm	50 ppm	70 ppm
1 rep	3,0296	2,2732	2,2613	1,1912	3,2931
2 rep	3,1126	2,0831	2,1382	1,0927	3,0918
3 rep	3,0216	2,1874	2,1711	1,1811	3,1982
4 rep	3,0087	2,0082	2,1072	1,0022	3,0084
5 rep	3,1186	2,6715	2,1335	1,2429	3,1198

REPETICION	TEIMPO 2MIN				
	Concetracion del coagulante Opuntia floccuosa				
	10 ppm	20 ppm	30 ppm	50 ppm	70 ppm
1 rep	32,012	48,987	49,254	73,268	26,099
2 rep	30,150	53,253	52,016	75,479	30,616
3 rep	32,192	50,912	51,278	73,495	28,229
4 rep	32,481	54,934	52,712	77,509	32,488
5 rep	30,015	40,048	52,122	72,108	29,988

REPETICION	TEIMPO 5MIN				
	Concetracion del coagulante Opuntia floccuosa				
	10 ppm	20 ppm	30 ppm	50 ppm	70 ppm
1 rep	3,0127	2,1305	2,3163	0,8273	1,1336
2 rep	3,0966	2,1036	2,1172	0,7278	1,1284
3 rep	3,0681	2,0723	2,1629	0,8367	1,2111
4 rep	3,0095	2,0171	2,8186	0,7832	1,2147
5 rep	2,9902	2,1215	2,9548	0,7951	1,2165

REPETICION	TEIMPO 5MIN				
	Concetracion del coagulante Opuntia floccuosa				
	10 ppm	20 ppm	30 ppm	50 ppm	70 ppm
1 rep	32,392	52,189	48,020	81,434	74,561
2 rep	30,509	52,793	52,488	83,667	74,677
3 rep	31,148	53,495	51,462	81,223	72,822
4 rep	32,463	54,734	36,747	82,424	72,741
5 rep	32,896	52,391	33,691	82,157	72,700

REPETICION	TEIMPO 8MIN				
	Concetracion del coagulante Opuntia floccuosa				
	10 ppm	20 ppm	30 ppm	50 ppm	70 ppm
1 rep	2,0468	2,3533	2,112	1,2707	2,1794
2 rep	2,1369	2,4961	2,153	1,161	2,1691
3 rep	2,2017	2,3926	2,1834	1,1741	2,1649
4 rep	2,0152	2,3164	2,0173	1,2187	2,0199
5 rep	2,1166	2,3378	2,1401	1,181	2,248

REPETICION	TEIMPO 8MIN				
	Concetracion del coagulante Opuntia floccuosa				
	10 ppm	20 ppm	30 ppm	50 ppm	70 ppm
1 rep	54,07	47,19	52,60	71,48	51,09
2 rep	52,05	43,98	51,68	73,95	51,32
3 rep	50,59	46,31	51,00	73,65	51,42
4 rep	54,78	48,02	54,73	72,65	54,67
5 rep	52,50	47,54	51,97	73,50	49,55

Anexo 6.

Resultados del análisis fisicoquímico

Resultados de turbiedad

REPETICION	TEIMPO 2MIN					REPETICION	TEIMPO 5MIN					REPETICION	TEIMPO 8MIN				
	Concetracion del coagulante Opuntia floccuosa						Concetracion del coagulante Opuntia floccuosa						Concetracion del coagulante Opuntia floccuosa				
	10 ppm	20 ppm	30 ppm	50 ppm	70 ppm		10 ppm	20 ppm	30 ppm	50 ppm	70 ppm		10 ppm	20 ppm	30 ppm	50 ppm	70 ppm
1 rep	0,4	7,4	7,1	7,2	7,6	1 rep	7,4	7,1	7,2	7,6	7,4	1 rep	7,1	7,2	7,6	7,4	7,1
2 rep	0,4	3,2	3,1	3,6	3,4	2 rep	3,2	3,1	3,6	3,4	3,2	2 rep	3,1	3,6	3,4	3,2	3,1
3 rep	2,3	2,1	2,4	2,6	2,3	3 rep	2,2	2,4	2,1	2,2	2,1	3 rep	2,4	2,6	2,3	2,2	2,4
4 rep	1,4	1,1	1,2	1,3	1,2	4 rep	1,1	1,3	1,6	1,4	1,1	4 rep	1,2	1,3	1,2	1,1	1,3
5 rep	0,9	0,8	0,7	0,9	0,3	5 rep	0,9	0,8	0,7	0,9	0,3	5 rep	0,9	0,8	0,7	0,9	0,3

Resultados de pH

REPETICION	TEIMPO 2MIN					REPETICION	TEIMPO 5MIN					REPETICION	TEIMPO 8MIN				
	Concetracion del coagulante Opuntia floccuosa						Concetracion del coagulante Opuntia floccuosa						Concetracion del coagulante Opuntia floccuosa				
	10 ppm	20 ppm	30 ppm	50 ppm	70 ppm		10 ppm	20 ppm	30 ppm	50 ppm	70 ppm		10 ppm	20 ppm	30 ppm	50 ppm	70 ppm
1 rep	4,06	4,17	4,14	4,13	4,15	1 rep	4,17	4,14	4,11	4,12	4,11	1 rep	4,15	4,14	4,11	4,12	4,14
2 rep	5,01	5,09	5,14	5,11	5,14	2 rep	5,07	5,11	5,13	5,1	5,07	2 rep	5,09	5,07	5,04	5,13	5,11
3 rep	6,06	6,13	6,11	6,21	6,02	3 rep	6,01	6,17	6,06	6,13	6,11	3 rep	6,21	6,02	6,01	6,17	6,06
4 rep	6,04	6,04	6,04	6,04	6,04	4 rep	6,04	6,04	6,04	6,04	6,04	4 rep	6,04	6,04	6,04	6,04	6,04
5 rep	6,15	6,16	6,14	6,12	6,13	5 rep	6,15	6,16	6,14	6,12	6,13	5 rep	6,15	6,16	6,14	6,12	6,13

Resultados de temperatura

REPETICION	TEIMPO 2MIN					REPETICION	TEIMPO 5MIN					REPETICION	TEIMPO 8MIN				
	Concetracion del coagulante Opuntia floccuosa						Concetracion del coagulante Opuntia floccuosa						Concetracion del coagulante Opuntia floccuosa				
	10 ppm	20 ppm	30 ppm	50 ppm	70 ppm		10 ppm	20 ppm	30 ppm	50 ppm	70 ppm		10 ppm	20 ppm	30 ppm	50 ppm	70 ppm
1 rep	17,3	17,5	17,8	14,5	17,6	1 rep	17	17,2	17,1	17	16,9	1 rep	16,9	17	17	17	17,1

Resultados de conductividad eléctrica

REPETICION	TEIMPO 2MIN					REPETICION	TEIMPO 5MIN					REPETICION	TEIMPO 8MIN				
	Concetracion del coagulante Opuntia floccuosa						Concetracion del coagulante Opuntia floccuosa						Concetracion del coagulante Opuntia floccuosa				
	10 ppm	20 ppm	30 ppm	50 ppm	70 ppm		10 ppm	20 ppm	30 ppm	50 ppm	70 ppm		10 ppm	20 ppm	30 ppm	50 ppm	70 ppm
1 rep	2097	2011	2017	2024	2020	1 rep	2090	2018	2002	2015	1953	1 rep	2080	2010	2016	1959	1930

Anexo 7.

Panel fotográfico

Área de influencia directa donde se tomó las muestras de agua para el análisis en laboratorio.



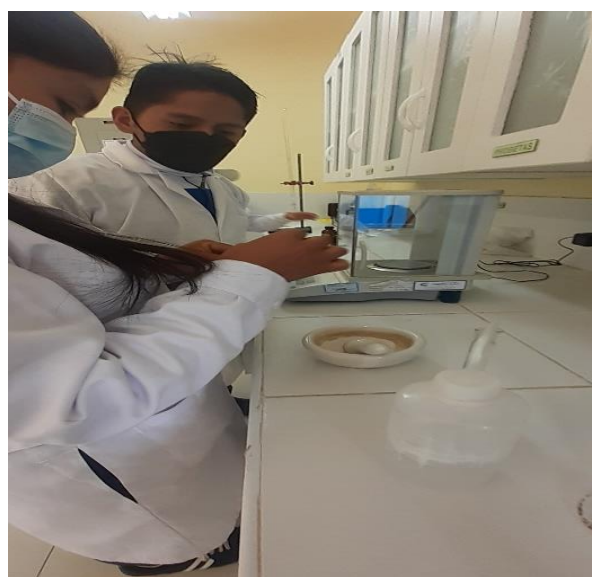
Se recolecto en campo el coagulante Opunti Floccosa (Huaracco)



Ingreso a laboratorio de Emapa Huancavelica, con nuestras muestras de agua y Huaracco (Opuntia Floccosa).



Secado, trituración y tamizado del Huaracco (Opuntia Floccosa)



Pesando el coagulante de Huaracco (Opuntia Floccosa)



Preparación de la solución madre del coagulante



Con la ayuda de la pipeta añadir el coagulante en cantidad creciente



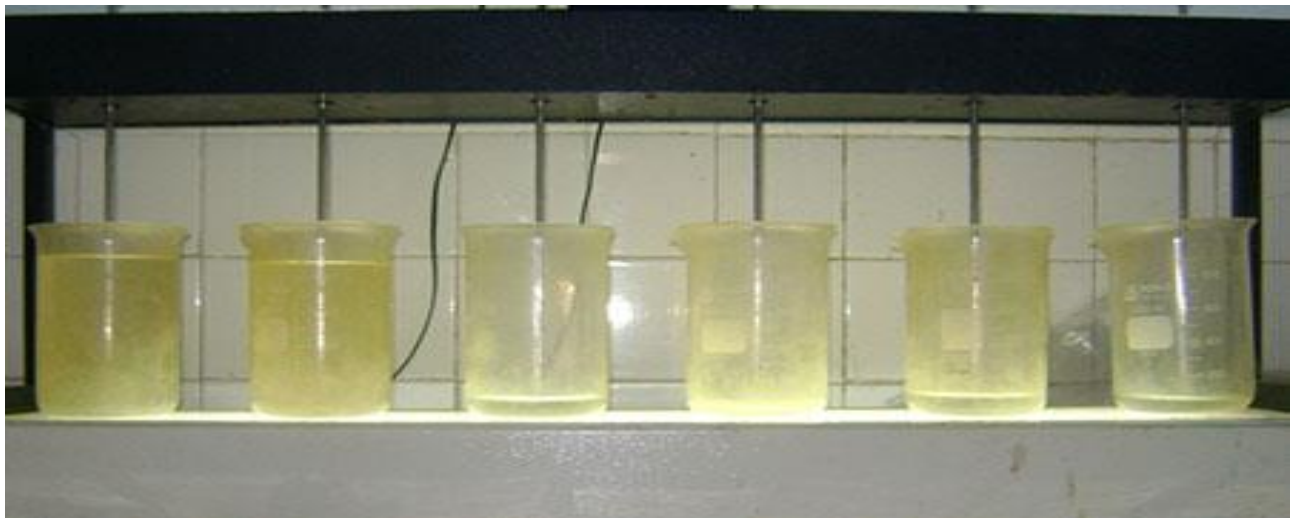
Colocar 2 litros de la muestra de agua con la ayuda de una probeta graduada



Colocar en los floculadores las 6 jarras de 2 litros debajo de cada una de las paletas de agitación.



Prender el floculador y colocar las paletas de agitación dentro de cada jarra, arranca el agitador y operador



Luego se colocó el coagulante en cada recipiente respectivo con las medidas correspondientes.



Se controló el tiempo en donde que se empezara la formación de los floculo



Formación de la coagulación y floculación de la muestra.

