

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



T E S I S

Evaluación de los impactos ambientales negativos que afectan a los factores ambientales producto al material piritoso que contiene la vía férrea en los Distrito De Simón Bolívar, Tinyahuarco y Vicco de la provincia de Pasco, 2021

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autor: Bach. Nataly Magay VICENTE MALPARTIDA

Asesor: Mg. Lucio ROJAS VITOR

Cerro de Pasco – Perú – 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



T E S I S

Evaluación de los impactos ambientales negativos que afectan a los factores ambientales producto al material piritoso que contiene la vía férrea en los Distrito De Simón Bolívar, Tinyahuarco y Vicco de la provincia de Pasco, 2021

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA
PRESIDENTE

Mg. Eleuterio Andrés ZAVALETA SANCHEZ
MIEMBRO

Mg. José Luis SOSA SANCHEZ
MIEMBRO

DEDICATORIA.

A Jehová Dios que, con su omnipresencia y bendición, Cuidaron, proveyeron y acompañaron todo cuanto fue necesario para cumplir mis objetivos.

A mi madre, que en vida me cobijo con mucho amor e instruyo en el camino a seguir, con valores, principios, empeño y perseverancia.

AGRADECIMIENTO

A mi asesor:

Mag. Lucio Rojas por su invaluable soporte profesional y guía en el desarrollo de la tesis.

A mis compañeros de trabajo:

Sr. Hernán Raymundo, Sr. Ladislao Bernal, Sr. Cesar Pacheco quienes, con entusiasmo brindaron de una u otra manera el soporte en la identificación de zonas impactadas, alcances técnicos de la actividad económica en la empresa y donde nunca faltaron las palabras de aliento.

A mis amigos:

Lic. Miguel Solís, Lic. Marisol Ríos, Dr. Javier Solís, a quienes conocí en el desarrollo de labores académica en la academia Sigma y que me brindaron su amistad, apoyo incondicional y consejos.

A mi padre y hermanos:

Quienes con su amor y soporte emocional acompañaron mis días de estudiante, festejando mis logros y aciertos y aconsejando en los desaciertos.

RESUMEN

El proyecto de la investigación se realizó específicamente al entorno de la vía férrea en los distritos de Simón Bolívar, Tinyahuarco y Vicco. La presente investigación está justificada ya que en la actualidad es un problema ambiental en los distritos Simón Bolívar, Tinyahuarco y Vicco, lo cual están afectando al suelo y agua al entorno de la vía férrea sin conocer la dimensión lo cual en la presente investigación será objeto de evaluación.

El objetivo de la presente investigación es Identificar los impactos ambientales negativos que afectan a los factores ambientales producto al material piritoso que contiene la vía férrea en los distritos de Simón Bolívar, Tinyahuarco y Vicco de la provincia de Pasco, 2021.

Son 11 las comunidades campesinas que están siendo afectadas por la contaminación de agua, suelo y pastizales, el cual se generó debido a la construcción de la vía férrea, donde se utilizó pirita para rellenar los terrenos, ante ello. Los más afectados son cuerpos de agua y suelos, estas ya no sirven para lugares de bebederos de animales y menos para sembrío de pastos, afectando gravemente a la económica ganadera de los distritos de Simón Bolívar, Tinyahuarco y Vicco.

El área total de afectación es de 39 Km que varía desde 10 m a 60 m de anchura de vía lo cual representa 1.9 km² que se estaría afectando entre agua, suelo y flora.

Palabras claves: Vía férrea, material piritoso, comunidades campesinas agua, suelo y flora.

ABSTRACT

The research project was carried out specifically around the railway in the districts of Simón Bolívar, Tinyahuarco and Vicco. The present investigation is justified since at present it is an environmental problem in the Simón Bolívar, Tinyahuarco and Vicco districts, which are affecting the soil and water around the railway without knowing the dimension which in the present investigation will be the object evaluation.

The objective of this research is to identify the negative environmental impacts that affect the environmental factors resulting from the pyritic material contained in the railway in the districts of Simón Bolívar, Tinyahuarco and Vicco in the province of Pasco, 2021.

There are 11 peasant communities that are being affected by the contamination of water, soil and pastures, which was generated due to the construction of the railway, where pyrite was used to fill the land, in view of this. The most affected are bodies of water and soils, these are no longer useful for animal drinking places and less for sowing pastures, seriously affecting the livestock economy of the districts of Simón Bolívar, Tinyahuarco and Vicco.

The total affected area is 39 km, which varies from 10 m to 60 m of road width, which represents 1.9 km² that would be affected between water, soil and flora.

Keywords: Railroad, pyritic material, peasant communities, water, soil and flora.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación ayudara a informar a las poblaciones vecinas la afectación producto a la actividad ferroviaria y a la vez proponer su prevención.

La vía férrea que se encuentra en la provincia de Pasco se encuentra material piritoso en una aproximado de 39 Km en una anchura de 1.5 m a 20 m que al estar expuesto está afectando a los factores ambientales del entorno, lo cual es de importancia la investigación.

Esta es una investigación de tipo descriptiva y aplicada. El tipo de investigación es de tipo descriptivo buscando evaluar los impactos ambientales negativos producto de la presencia de pirita en la vía férrea. Es aplicada, orientada a evaluar en que grado se encuentra afectando los factores ambientales.

Capitulo II “el cual incluye los siguientes apartados: Bases teóricas – científicas, definición de términos, identificación de hipótesis y variables y finalmente la definición operacional”.

Capitulo III el cual abarca: “Tipo de investigación, métodos de investigación, diseño de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, técnicas de procesamiento y análisis de datos, tratamiento estadístico de datos, selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación y orientación ética”.

Capitulo IV “el cual consta de: Resultados y discusión y abarca los siguientes apartados: descripción del trabajo, análisis e interpretación de resultados, prueba de hipótesis y discusión de resultados”.

Finalmente, “se muestran las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos”.

La autora.

ÍNDICE

DEDICATORIA.

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema	1
1.2.	Delimitación de la investigación.	3
1.3.	Formulación del problema	3
1.3.1.	Problema general:.....	3
1.3.2.	Problemas específicos:	3
1.4.	Formulación de objetivos	4
1.4.1.	Objetivo General	4
1.4.2.	Objetivos específicos.....	4
1.5.	Justificación de la investigación	4
1.6.	Limitaciones de la investigación.....	5

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio.	6
2.2.	Bases teóricas – científicas.....	10

2.3.	Definición de términos básicos.	18
2.4.	Formulación de Hipótesis	19
	2.4.1. Hipótesis General	19
	2.4.2. Hipótesis Específicas	19
2.5.	Identificación de Variables	20
2.6.	Definición Operacional de variables e indicadores.....	20

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TECNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación	21
3.2.	Nivel de investigación	21
3.3.	Métodos de investigación	21
3.4.	Diseño de investigación.....	22
3.5.	Población y muestra	22
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	22
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación. .	23
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.	23
3.9.	Tratamiento Estadístico.	23
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica.....	23

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo.....	24
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	35
4.3.	Prueba de Hipótesis	51
4.4.	Discusión de resultados.....	52

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. ECA– Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.....	16
Tabla 2. Operacionalización de variables	20
Tabla 3. Ubicación de los puntos de monitoreo de agua	32
Tabla 4. Ubicación de los puntos de monitoreo de suelo.....	33
Tabla 5. Resultados de Parámetro Físico del agua al entorno de la vía férrea.....	35
Tabla 6. Resultados de parámetro químico del agua al entorno de la vía férrea.....	37
Tabla 7. Resultados de parámetro químico de suelo al entorno de la vía férrea	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Formación de aguas ácidas de mina.....	12
Figura 2. Mapa de ubicación geográfica del entorno de la vía férrea	25
Figura 3. Imagen de la Vías férrea anclado en los durmientes	27
Figura 4. Imagen de la Vías férrea anclado en los durmientes	27
Figura 5. Imagen del talud formado con presencia de material piritoso en las alturas de la población de Quiulacocha	28
Figura 6. Imagen del talud formado con presencia de material piritoso en las alturas de la población de Quiulacocha	29
Figura 7. Imagen de la presencia de ganado cercano a la vía férrea que genera material lixiviado de pirita.....	29
Figura 8. Imagen del talud formado con presencia de material piritoso en las alturas de la población cercana de Shelby.....	29
Figura 9. Imagen del talud formado con presencia de material piritoso en las alturas de la población cercana de Shelby.....	30
Figura 10. Imagen tomando medidas de material piritoso acumulado al entorno de la vía férrea.....	30
Figura 11. Imagen de la generación de lixiviado por las alcantarillas en shelby	30
Figura 12. Imagen de las fuentes de agua impactados en shelby.....	31
Figura 13. Imagen de la generación de sedimentos al entorno de la vía férrea en shelby	31
Figura 14. Imagen del talud formado con presencia de material piritoso en la.....	31
zona de Unish.....	31
Figura 15. Imagen del talud formado con presencia de material piritoso en.....	32

la zona de Unish afectando suelo y pastizales.....	32
Figura 16. Imagen del talud formado con presencia de material piritoso en	32
la zona de Unish afectando cuerpos de agua.....	32
Figura 17. Vista de la toma de muestras de agua al entorno de la vía férrea.....	33
Figura 18. Vista de la toma de muestras de suelo al entorno de la vía férrea	33
Figura 19. Mapa de ubicación de puntos de monitoreo.....	34

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1. Resultados de parámetro ph del agua al entorno de la vía férrea.....</i>	35
Gráfico 2: resultados de parámetro conductividad del agua al entorno de la vía férrea	36
Gráfico 3. Resultados de aluminio en el agua al entorno de la vía férrea.....	39
Gráfico 4. Resultados de manganeso en el agua al entorno de la vía férrea	40
Gráfico 5. Resultados de hierro en el agua al entorno de la vía férrea.....	41
Gráfico 6. Resultados de cobre en el agua al entorno de la vía férrea.....	42
Gráfico 7. Resultados de zinc en el agua al entorno de la vía férrea.....	43
Gráfico 8. Resultados de arsénico en el agua al entorno de la vía férrea	43
Gráfico 9. Resultados de cadmio en el agua al entorno de la vía férrea.....	44
Gráfico 10. Resultados de plomo en el agua al entorno de la vía férrea	45
Gráfico 11. Resultados de arsénico en el suelo al entorno de la vía férrea	47
Gráfico 12. Resultados de bario en el suelo al entorno de la vía férrea.....	48
Gráfico 13. Resultados de cadmio en el suelo al entorno de la vía férrea.....	49
Gráfico 14. Resultados de mercurio en el suelo al entorno de la vía férrea.....	50
Gráfico 15. Resultados de plomo en el suelo al entorno de la vía férrea.....	51

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

“La contaminación con metales se produce fundamentalmente a través de los drenajes mineros ácidos (DMA) y la erosión de escombreras y depósitos de colas de explotaciones. Los DMA se producen por la acción del agua y el oxígeno sobre la pirita (FeS_2), que normalmente acompaña las mineralizaciones metalíferas, y las soluciones acuosas resultantes incorporan los metales pesados de la mena. Como los DMA pueden incorporarse a la red fluvial, la dispersión de sus contenidos aumenta y puede tener influencia muy lejos de su lugar de origen y extenderse mucho después que las actividades extractivas han cesado” (Galliski, Miguel Angel, 2016)

“El Drenaje Ácido de la Minería (DAM) es el MAYOR problema ambiental provocado por la industria minera y es también su mayor pasivo, especialmente para nuestras corrientes de agua. Una mina generadora de ácido tiene el potencial para causar un impacto devastador a largo plazo en los ríos, arroyos y

vida acuática, volviéndose en efecto, una máquina de contaminación perpetua” (Revilla Calcina 2018).

“El ácido lixiviara la roca mientras que la roca fuente este expuesta al aire y al agua. Este proceso continuara hasta que los sulfatos sean extraídos completamente; este es un proceso que puede durar cientos, o quizás miles de años. El ácido es transportado desde la mina por el agua, las lluvias o por corrientes superficiales, y posteriormente depositado en los estanques de agua, arroyos, ríos, lagos y mantos acuíferos cercanos. El DAM degrada severamente la calidad del agua y puede aniquilar la vida acuática, así como volver el agua prácticamente inservible” (Revilla Calcina 2018).

En base a lo mencionado, en la vía férrea que se encuentra en la provincia de Pasco se encuentra material piritoso en una aproximado de 39 Km en una anchura de 1.5 m a 20 m que al estar expuesto está afectando a los factores ambientales del entorno, lo cual es de importancia la investigación.

“Con el propósito de verificar la implementación del “Plan de Manejo de Gestión Ambiental Sostenible del Lago Chinchaycocha”, el Ing. Teódulo Quispe, acompañado del representante del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, inspeccionaron los trabajos en las zonas afectadas por la contaminación ambiental de la empresa Ferrovías Central Andina. Quispe Huertas, informó que son 11 las comunidades afectadas por la contaminación de pastizales y recursos hídricos, el cual se generó debido a la construcción de la vía férrea, donde se utilizó piritita para rellenar los terrenos, ante ello, exhortó al representante de Ferrovías Central Andina, a cumplir los compromisos asumidos ante las comunidades, Gobierno Regional y Central. Los trabajos de remediación involucran la limpieza de los minerales en los terrenos aledaños a la vía férrea,

estudios para la descontaminación de los recursos hídricos, los cuales contienen desechos de pirita los cuales son altamente peligrosos, así como la construcción de pasos a desnivel para conectar a las comunidades. Finalmente, la autoridad regional y el Dr. Juan Abad, funcionario de Ferrovías Central Andina, acordaron una próxima reunión para abordar el tema del funcionamiento del tren de pasajeros hacia Cerro de Pasco” (Gobierno Regional de Pasco, 2015).

1.2. Delimitación de la investigación.

El proyecto de la investigación se realizó específicamente al entorno de la vía férrea en los Distrito De Simón Bolívar, Tinyahuarco y Vicco de la provincia de Pasco, 2021.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuáles son los impactos ambientales negativos que afectan a los factores ambientales producto al material piritoso que contiene la vía férrea en los distritos de Simón Bolívar, Tinyahuarco y Vicco de la provincia de Pasco, 2021?

1.3.2. Problemas específicos

¿Qué factores ambientales están siendo afectados producto al material piritoso que contiene la vía férrea en los distritos de Simón Bolívar, Tinyahuarco y Vicco de la provincia de Pasco, 2021?

¿Cuál es el área de afectación producto al material piritoso que contiene la vía férrea en los distritos de Simón Bolívar, Tinyahuarco y Vicco de la provincia de Pasco, 2021?

¿Se tiene un plan de manejo ambiental para controlar la afectación al material piritoso que contiene la vía férrea en los distritos de Simón Bolívar, Tinyahuarco y Vicco de la provincia de Pasco, 2021?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo General.

Identificar los impactos ambientales negativos que afectan a los factores ambientales producto al material piritoso que contiene la vía férrea en los distritos de Simón Bolívar, Tinyahuarco y Vicco de la provincia de Pasco, 2021.

1.4.2. Objetivos específicos.

Determinar los factores ambientales están siendo afectados producto al material piritoso que contiene la vía férrea en los distritos de Simón Bolívar, Tinyahuarco y Vicco de la provincia de Pasco, 2021.

Dimensionar el área de afectación producto al material piritoso que contiene la vía férrea en los distritos de Simón Bolívar, Tinyahuarco y Vicco de la provincia de Pasco, 2021.

Identificar si se tiene un plan de manejo ambiental para controlar la afectación al material piritoso que contiene la vía férrea en los distritos de Simón Bolívar, Tinyahuarco y Vicco de la provincia de Pasco, 2021.

1.5. Justificación de la investigación

1.5.1. Ambiental

La presente investigación está justificada ya que en la actualidad es un problema ambiental en los distritos Simón Bolívar, Tinyahuarco y Vicco, lo cual están afectando al suelo y agua al entorno de la vía férrea sin conocer la dimensión lo cual en la presente investigación será objeto de evaluación.

1.5.2. Social

La presente investigación ayudara a informar a las poblaciones vecinas la afectación producto a la actividad ferroviaria y a la vez proponer su prevención.

1.5.3. Metodológica

La justificación metodología estará en base a determinar el proceso de evaluación lo que ayudará a tener información base para formular un buen plan de manejo ambiental.

1.6. Limitaciones de la investigación

En la presente investigación se puede detectar las siguientes limitaciones:

- Los altos costos de análisis de muestras de los factores ambientales afectados.
- Poca información del plan de manejo de esta actividad por parte de ferrovías.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio.

2.1.1. A nivel Internacional

- Según Sandra Katerine Arismendy Vidales (2020) en su investigación titulada: “Problemática ambiental generada por el drenaje ácido de mina en la explotación de yacimientos mineros en Colombia, la presente investigación tiene como resumen mencionando lo siguiente, el drenaje ácido de mina es una problemática ambiental que genera una gran preocupación con respecto al impacto adverso de los contaminantes presentes en este tipo de drenaje, en la vida acuática del medio receptor y en la afectación a la calidad de las aguas superficiales y subterráneas y en como las comunidades expuestas se puedan ver perjudicadas. El drenaje ácido de mina (DAM) se produce a partir de la oxidación de sulfuros metálicos, especialmente los de hierro, (generalmente pirita), en presencia de oxígeno, agua y actividad bacteriana. Este trabajo está enfocado en analizar los impactos ambientales que son provocados por la

producción de DAM en cualquier tipo de explotación de yacimientos mineros y descubrir esos procesos y esas fuentes que contribuyen a la generación de DAM. Los resultados obtenidos a través de la documentación indican que las variables más relevantes en cuanto a la caracterización de las aguas de mina son el pH, los sulfatos y los metales disueltos o totales”.

- Según Urrutia, M.; Graña, J.; Garcia-Rodeja, R.; Macias, F. (2010) en su investigación titulada: “Procesos de oxidación de pirita en medios superficiales: potencial acidificante e interés para la recuperación de suelos de mina la presente investigación desarrollada en Santiago Chile la investigación tiene como resumen mencionando lo siguiente: Se analizan los mecanismos de oxidación de pirita, considerando las diferentes vías de evolución admitidas en la bibliografía, la influencia de las condiciones del medio (Eh, pH, microorganismos, etc.), la naturaleza de los productos formados y su potencial acidificante en distintas condiciones. Como ejemplo se presentan datos obtenidos en el estudio de dos explotaciones mineras en rocas anfibolíticas ricas en sulfuros de las proximidades de Santiago de Compostela. Se concluye la necesidad del conocimiento de estos procesos para una mejor planificación de las medidas de control del impacto ambiental en suelos, aguas y organismos, así como de los procedimientos más adecuados para la recuperación de escombreras y suelos de mina”.
- Según Octavio Hinojosa C (2002) en su investigación titulada: “Oxidación de sulfuros: importante proceso de pretratamiento la presente investigación desarrollada en Oruro-Bolivia tiene como resumen mencionando lo siguiente: La oxidación de minerales y concentrados, principalmente sulfuros, ha tenido, tiene y tendrá una importancia significativa en el impacto que causa en el medio ambiente y en la industria minero-metalúrgica tanto en actividades premeditadamente programadas, como operaciones de pretratamiento previo a la extracción de metales como en operaciones no programadas y que

lamentablemente su oxidación genera soluciones, muchas veces, no controladas como la generación de Drenaje Acido de Roca. Se efectúa una revisión bibliográfica de los diferentes métodos de oxidación destacando entre ellos, la oxidación hidrometalúrgica y la oxidación pirometalúrgica como procesos de pretratamiento. Se analiza la química y la cinética de las reacciones de cada una de estas técnicas y el aspecto ambiental; se analizan además las consideraciones de cada proceso resaltando las ventajas y desventajas. Finalmente se concluyen con los aspectos más resaltantes tanto de la oxidación hidrometalúrgica como de la oxidación pirometalúrgica”.

2.1.2. A nivel Nacional

- Según Alfonso A. Romero, Silvana L. Flores, Rosa Medina (2008) en su investigación titulada: “Estudio de los metales pesados en el relave abandonado de Ticapampa la presente investigación tiene como resumen mencionando lo siguiente: Este estudio hace referencia a los metales pesados presentes en la relavera de Ticapampa, la cual es un residuo sólido minero, resultado de operaciones de tratamiento de beneficio metalúrgico por flotación, que constituye un importante pasivo ambiental, que se encuentra alterando produciendo impacto negativo, debido a la contaminación del medio natural de la cuenca del río Santa. Es en ese sentido, que se realizó un análisis geoquímico de 14 puntos de muestreo, destacándose, principalmente, tres puntos de muestreo (P190, P192, P197), los cuales, según análisis geoquímico, son los más críticos, puesto que contienen mayor presencia y contenido de metales pesados”.
- Según Juan Guevara Guerrero (2015) en su investigación titulada: “Generación de acidez por la presencia de sulfuros en el futuro tajo del proyecto minero el galeno, la presente investigación tiene como resumen mencionando lo siguiente: El presente trabajo se realiza dentro del marco de la Ley 28611, Ley General del Ambiente. El objetivo general es determinar la

capacidad de generar drenaje ácido en el futuro tajo del proyecto minero el Galeno, con la finalidad de evitar cualquier impacto ambiental en la zona. Se recolectó muestras de diferentes zonas. Estas muestras fueron llevadas a 30 barriles individuales. Las muestras fueron clasificadas según su litología, mineralización y alteración, para la cual cada barril contenía sus respectivas características mineralógicas. Una vez en los barriles, las muestras fueron expuestas a la intemperie para que estén en contacto con el aire y precipitaciones y así poder obtener un drenaje. Se obtenía 15 litros de cada muestra, se realizaba el retiro del agua de drenaje de cada barril, para luego ser llevadas a laboratorio, para su análisis respectivo. Se logró determinar que el mayor potencial de acidez son las muestras constituidas por areniscas y fílicas. Les siguen aquellas que contienen sulfuros mixtos. Estos resultados proporcionarían información importante para que el área de proyectos y minado puedan realizar sus labores sin producir algún impacto negativo al medio ambiente, además de implementar los controles adecuados”.

2.1.3. A nivel Local

- Según Enrique Paz Valenzuela (2016) en su investigación titulada: “Impacto geoambiental generado por la minería en el área circunscrita al río San Juan- Provincia de Pasco Departamento de Pasco, la presente investigación tiene como resumen mencionando lo siguiente: La zona de estudio se localiza en la provincia de Pasco, departamento de Pasco, en la cordillera central de los Andes del Perú, se accede a la zona mediante la carretera panamericana Lima-La Oroya-Cerro de Pasco. Se exponen rocas del Neoproterozoico, Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico, intruidas por pequeños plutones hipabisales. Las fallas más importantes son Milpo-Atacocha, Cerro de Pasco, Sacrafamilia, Ulcumayo-San Rafael. La zona presenta un fuerte plegamiento conformando sinclinales y anticlinales. Los principales componentes de contaminación ambiental y que están alterando el medio hábitat y calidad de las aguas del río

San Juan, se debe a la presencia de la mina Volcan S.A.A., Minera Colquijirca y Minera Marcapunta, generando drenaje ácido y desechos sólidos. La laguna Quiulacocha se encuentra contaminado por la concentración de óxidos provenientes de la mineras adyacentes, las aguas servidas generan contaminación de las aguas superficiales por escorrentía y contaminación de aguas subterráneas por infiltración, las excretas y orina contienen microorganismos patógenos como los virus y bacterias que van a consumir el oxígeno disuelto produciendo un ambiente reductor con la aparición del amoníaco y nitrógeno, y la reducción de sulfatos que se convierten en sulfuros. Se ha contemplado la mitigación y rehabilitación de la zona afectada preservando el medio ambiente, ecosistema y protección de la salud del ser humano”.

2.2. Bases teóricas – científicas.

2.2.1. Pirita

“La pirita es un mineral del grupo de los sulfuros cuya fórmula química es FeS_2 . Se compone de un 53,48 % de azufre y un 46,52 % de hierro. Frecuentemente macizo, granular fino, algunas veces subfibroso radiado; reniforme, globular, estalactítico. Insoluble en agua, y magnética por calentamiento. Su nombre deriva de la raíz griega pyr (fuego), ya que al rozarla con metales emite chispas, lo cual intrigaba al mundo antiguo. También conocida como el "oro de los tontos", el "oro de los locos" o el "oro de los pobres" por su gran parecido con el oro” (Orbis, 1999).

2.2.2. Drenaje Ácidos

Oswaldo Aduvire (2006) Drenajes ácidos, “Durante la explotación de determinados yacimientos (carbón, sulfuros metálicos, hierro, uranio y otros) quedan expuestos a la meteorización grandes cantidades de minerales sulfurosos que pueden llegar a formar drenajes ácidos. Para que esto tenga lugar son necesarias unas condiciones aerobias, es decir la existencia de cantidades

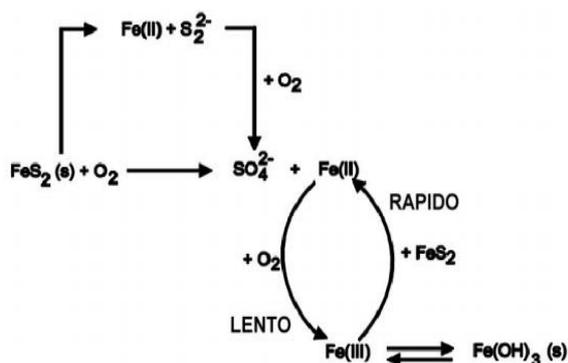
suficientes de agua, oxígeno y simultáneamente la acción catalizadora de bacterias. Nordstrom y Alpers (1998) describen el proceso de oxidación de la pirita como principal responsable de la formación de aguas ácidas y, afirman que estas reacciones geoquímicas se aceleran en áreas mineras debido a que el aire entra en contacto con mayor facilidad con los sulfuros a través de las labores de acceso y la porosidad creada en las pilas de estériles y residuos, unido a ello el cambio de composición química y el incremento de la superficie de contacto de las partículas. También afirman que los procesos físicos, químicos y biológicos tienen gran influencia en la generación, movilidad y atenuación de la contaminación ácida de las aguas, y los factores que más afectan a la generación ácida son el volumen, la concentración, el tamaño de grano y la distribución de la pirita". Skousen et al. (1994 y 1998) y Ziemkiewics et al. (1997) "a partir del pH y el contenido de oxígeno y metales pesados hacen una clasificación de los drenajes de mina y lo agrupan en 5 tipos. Por tanto, los drenajes de entornos mineros pueden ser ácidos o alcalinos, pueden degradar el hábitat acuático y cambiar la calidad de las aguas debido a su toxicidad, corrosión y otros efectos producidos por la disolución de sus constituyentes. Por lo general tienen unos valores de pH entre 2 a 9, contienen cationes y aniones en disolución (de < 1 a 100.000 mg/lit) predominando elevadas concentraciones de SO₄, Fe, Mn y Al, y en menor proporción Ca, Na, K, Mg y otros elementos. Un drenaje es ácido cuando los minerales ácidos exceden a los alcalinos, puede contener elevadas concentraciones de SO₄, Fe, Mn, Al y otros iones, puede tener o no bajo pH, pero la presencia de Fe, Al y Mn disueltos pueden generar iones H⁺ por hidrólisis (alta concentración iones H⁺) y bajar el pH. En cambio en los drenajes de mina neutros o alcalinos (alcalinidad igual o mayor que acidez) también pueden tener elevadas concentraciones de SO₄, Fe, Mn y otros solutos, pero la disolución de los minerales carbonatados neutralizan la acidez y remueven Fe, Al y otros iones metálicos, y sin embargo no afecta significativamente la concentración de SO₄.

En drenajes ácidos el anion principal es el SO₄ y los cationes mayoritarios son Fe, Mn y Al. En cambio, en drenajes alcalinos el HCO₃ es más significativo que el SO₄ y los contenidos de Ca, Mg y Na son más elevados que los de Fe y Al”.

2.2.3. Mecanismos de Formación de Aguas Ácidas.

Osvaldo Aduvire (2006) “La formación de aguas ácidas tiene lugar a partir de la oxidación química de los sulfuros, acelerada en muchos casos por la acción bacteriana. Los principales elementos que intervienen son: los sulfuros reactivos, el oxígeno y el agua (vapor o líquida), y como elemento catalizador las bacterias (Fig. 1). La velocidad de reacción es una variable muy importante, pues si el proceso ocurre muy lentamente el efecto sobre el medio puede ser despreciable. Sin embargo, si la generación de aguas ácidas es rápida el problema se agrava, ya que se producirá la contaminación del entorno. Aunque la velocidad de reacción depende de numerosos factores como temperatura, cantidad de sulfuros, granulometría, presencia de agua, aire y bacterias. Ciertas especies mineralógicas son más reactivas que otras; por ejemplo, la marcasita, que tiene la misma fórmula química que la pirita, es muy inestable y puede generar rápidamente aguas ácidas. Los sulfuros de otros metales (plomo, cinc o cobre) son generalmente menos reactivos que los de hierro. En parte, debido a la mayor estabilidad de su estructura cristalina y también porque forman minerales menos solubles que recubren la superficie de los propios sulfuros impidiendo que progrese su oxidación”.

Figura 1. Formación de aguas ácidas de mina

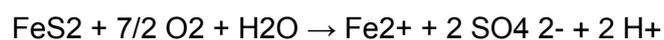


Osvaldo Aduvire (2006) “La cantidad y el tamaño de los granos del mineral influyen en la velocidad de reacción. Las texturas finas con variedades mal cristalizadas se oxidan más rápidamente que los granos cristalinos gruesos. Por ejemplo, una forma de pirita desarrollada en condiciones de baja temperatura puede producir mucho más rápidamente acidez que una gran masa de sulfuros formada a alta temperatura, debido a la menor relación de superficie/volumen. Como el agua y el oxígeno son dos componentes esenciales en la reacción, la exclusión de cualquiera de ellos paralizará el proceso de formación de aguas ácidas. Sin embargo, se precisan grandes cantidades de oxígeno en relación con el volumen de agua necesario. Por ejemplo, sumergiendo los sulfuros en agua se suele parar la reacción, debido a la baja difusión del oxígeno en el agua. Sin embargo, la presencia de aire conteniendo una pequeña cantidad de humedad induce la oxidación. La temperatura también ejerce un efecto de control importante, pues en ambientes fríos la velocidad de reacción disminuye. La producción de nuevos compuestos por la reacción de los sulfuros puede cambiar la velocidad del proceso de generación de aguas ácidas. En el caso del sulfuro de hierro meteorizado, los productos pueden reaccionar posteriormente con la pirita, acelerando el mecanismo de oxidación. Por otro lado, los productos de la reacción pueden recubrir los sulfuros, previniendo su alteración. Las propiedades químicas de las aguas determinarán si los nuevos compuestos formados precipitarán o se mantendrán en disolución. Por otro lado, ciertas bacterias actúan como catalizadoras de las reacciones. Su importancia depende intensamente de las condiciones de pH y temperatura, así como de la existencia de concentraciones críticas de elementos como el molibdeno que puede ser tóxico para las bacterias. También, hay que tener presente que muchas rocas contienen minerales que consumen de forma natural los ácidos producidos en la oxidación de los sulfuros. Este proceso de neutralización natural es intenso cuando existe carbonato cálcico (principal constituyente de las calizas), pero también son

neutralizantes los carbonatos de hierro y magnesio, y los hidróxidos de hierro y aluminio, que pueden ayudar a elevar el pH hasta niveles aceptables. La cantidad relativa de esas rocas, respecto a la cantidad de sulfuros, determina la acidificación de las aguas. Si existe bastante caliza y dolomía, los productos de reacción como el yeso o las sales de hierro podrán revestir las partículas de sulfuros y disminuir la velocidad de reacción. Si, por el contrario, la cantidad de sulfuros es grande, una vez consumidos los materiales neutralizantes los drenajes volverán a ser ácidos”.

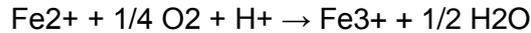
2.2.4. Reacciones químicas y biológicas relacionadas con la generación ácida.

Osvaldo Aduvire (2006) “La generación ácida, así como su consumo (por neutralización), es el resultado de un gran número de reacciones químicas interrelacionadas. Los elementos fundamentales que intervienen la generación ácida son: - Minerales sulfurosos. - Bacterias y temperatura. - Agua o humedad de la atmósfera. - Un oxidante, particularmente oxígeno proveniente del aire o de procedencia química. La total exclusión de la humedad o del oxidante detendrá la generación ácida. En la mayoría de los casos, la actividad bacteriana juega un papel importante en la aceleración de la velocidad de generación ácida, la inhibición de éstas disminuirá la velocidad de formación de efluentes ácidos. Nordstrom y Alpers 1998, Skousen et al. 1998 y la EPA (2000) explican las reacciones que se producen en la generación ácida a partir de la oxidación de la pirita (FeS₂), por ser uno de los sulfuros minerales más comunes que acompañan a las menas de interés económico”. Estas reacciones son:

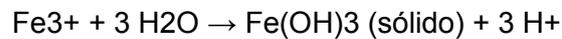


Osvaldo Aduvire (2006) “En esta primera reacción debido a la oxidación del sulfuro mineral se forma hierro (ion ferroso), sulfato e hidrógeno. Los compuestos disueltos Fe²⁺, SO₄²⁻ e H⁺ representan un incremento en el total de sólidos disueltos y de la acidez del agua, a menos que sea neutralizado el

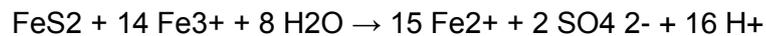
incremento de la acidez estará asociado con una disminución del pH. Si el ambiente circundante es suficientemente oxidante, mucho de los iones ferrosos se oxidarán a iones férricos”.



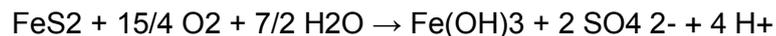
“A valores de pH entre 3,5 a 4,5 el ion férrico es catalizado por la bacteria Metallogenium y a pH por debajo de 3,5 la reacción es catalizada por la bacteria Thiobacillus ferrooxidans. Por lo general, a pH entre 2,3 a 3,5 el ion férrico por hidrólisis precipita como hidróxido Fe(OH)₃ (sólidos de color amarillo, naranja o rojo), lo que provoca un descenso del pH” .



Algunos cationes férricos (Fe³⁺) que no precipitan en la solución, pueden seguir oxidando adicionalmente a la pirita (catálisis) y formar nuevamente iones ferrosos, sulfato e hidrógeno.



Basados en estas reacciones básicas simplificadas, la generación ácida que produce el hierro de la pirita el cual eventualmente precipita como Fe(OH)₃ puede ser representada por la siguiente reacción:



Por lo tanto, la reacción final para estabilizar el ion férrico formado a partir de la oxidación de la pirita, sería:



Oswaldo Aduvire (2006) “Otros minerales sulfurosos, tales como la calcosina (Cu₂S) que tiene diferente relación de oxidación, reacciona de forma diferente a la pirita, marcasita y pirrotina (sulfuros con cristalización framboidal) que son fáciles de oxidarse, por lo tanto, tienen diferentes caminos de reacción estequiométrica y velocidades de reacción”.

2.2.5. Normativa ambiental en calidad de agua

- a. Ley N° 29338, “Ley de Recursos Hídricos” del 31 de marzo de 2009, faculta a la Autoridad máxima del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos velar por la protección del agua.
- b. Decreto Supremo N° 001-2010-AG del 24 de marzo de 2010, aprueba el Reglamento de la Ley N°29338 “Ley de Recursos Hídricos”.
- c. Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA del 22 de marzo de 2010, aprueba la Clasificación de cuerpos de agua superficiales y marinos.
- d. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación DS-004-2017-MINAM (Categoría N° 03).

El ECA es la medida de la concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, en el agua, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Para más detalle de la norma se presenta en las tablas N° 01.

Tabla 1. ECA– Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	5	10	
Bicarbonatos	mg/L	518	**	
Cianuro Wad	mg/L	0,1	0,1	
Cloruros	mg/L	500	**	
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/ Co	100 (a)	100 (a)	

Conductividad	(μ S/cm)	2 500	5 000
Demanda			
Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40	40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2	0 , 5
Fenoles	mg/L	0,002	0,01
Fluoruros	mg/L	1	**
Nitratos (NO ₃ ⁻ -N) + Nitritos (NO ₂ ⁻ - N)	mg/L	100	100
Nitritos (NO ₂ ⁻ -N)	mg/L	10	10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	6,5 – 8, 4
Sulfatos	mg/L	1 000	1 000
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3
INORGÁNICOS			
Aluminio	mg/L	5	5

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Arsénico	mg/L	0,1		0, 2
Bario	mg/L	0,7		**
Berilio	mg/L	0,1		0, 1
Boro	mg/L	1		5
Cadmio	mg/L	0,01		0, 05
Cobre	mg/L	0,2		0, 5
Cobalto	mg/L	0,05		1
Cromo Total	mg/L	0,1		1
Hierro	mg/L	5		**
Litio	mg/L	2,5		2, 5
Magnesio	mg/L	**		250
Manganeso	mg/L	0,2		0, 2
Mercurio	mg/L	0, 001		0, 01

Níquel	mg/L	0 ,2	1
Plomo	mg/L	0, 05	0 , 05
Selenio	mg/L	0, 02	0 , 05
Zinc	mg/L	2	24
ORGÁNICO			
<u>Bifenilos Policlorados</u>			
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0, 04	0,045
PLAGUICIDAS			
Paratión	µg/L	35	35
<u>Organoclorados</u>			
Aldrín	µg/L	0 , 004	0 , 7
Clordano	µg/L	0 , 006	7

(a): Para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b): Después de filtración simple.

(c): Para el riego de parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales, sólo aplican los parámetros microbiológicos y parasitológicos del tipo de riego no restringido.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Fuente: Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

2.3. Definición de términos básicos.

- **Concentración:**

“La relación de una sustancia disuelta o contenida en una cantidad dada de otra sustancia” (Minam, 2012).

- **Contaminación:**

“Distribución de una sustancia química o una mezcla de sustancias en un lugar no deseable (aire, agua, suelo), donde puede ocasionar efectos adversos al ambiente o sobre la salud” (Minam, 2012)..

- **Contaminante:**

“Cualquier sustancia química que no pertenece a la naturaleza del suelo o cuya concentración excede la del nivel de fondo susceptible de causar efectos nocivos para la salud de las personas o el ambiente” (Minam, 2012).

- **Lixiviado:**

“Líquido que se forma por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los residuos y que contiene en forma disuelta o en suspensión, sustancias que pueden infiltrarse en los suelos o escurrirse fuera de los sitios en los que se depositan los residuos y que puede dar lugar a la contaminación del suelo y de cuerpos de agua, provocando su deterioro y representar un riesgo potencial a la salud humana y de los demás organismos vivos” (Minam, 2012).

- **pH**

“Coeficiente que indica el grado de acidez o basicidad de una solución acuosa. "el pH neutro es 7: si el número es mayor, la solución, es básica, y si es menor, es ácida"(Minam, 2012).

- **Toxicidad:**

“La propiedad de una sustancia o mezcla de sustancias de provocar efectos adversos en la salud o en los ecosistemas (Minam, 2012).

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

Los impactos ambientales negativos que afectan a los factores ambientales producto al material piritoso que contiene la vía férrea en los distritos de Simón Bolívar, Tinyahuarco y Vicco de la provincia de Pasco es a la calidad de agua y suelo.

2.4.2. Hipótesis Específicas

Los factores ambientales que están siendo afectados producto al material piritoso que contiene la vía férrea en los distritos de Simón Bolívar, Tinyahuarco y Vicco de la provincia de Pasco es el agua y suelo.

El área de afectación producto al material piritoso que contiene la vía férrea en los distritos de Simón Bolívar, Tinyahuarco y Vicco de la provincia de Pasco es superior a 117 km².

Se tiene un plan de manejo ambiental para controlar la afectación al material piritoso que contiene la vía férrea en los distritos de Simón Bolívar, Tinyahuarco y Vicco de la provincia de Pasco que lo maneja ferrovías.

2.5. Identificación de Variables

2.5.1. Variables independientes

Material piritoso que contiene la vía férrea.

2.5.2. Variables dependientes

Impactos ambientales negativos.

2.5.3. Variable Interviniente

Estándares de Calidad Ambiental para agua y suelo.

2.6. Definición Operacional de variables e indicadores

La operacional de variables e indicadores son las siguientes:

Tabla 2. Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
Variable Independiente Material piritoso que contiene la vía férrea	Verificación de la presencia de piritita Área de piritita presente en el área férrea Factores ambientales que están siendo afectados	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cumple la categoría III, Subcategoría B de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, según D.S. N° Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Monitoreo ▪ Análisis
Variable Dependiente Impactos ambientales negativos	Identificación de puntos de monitoreo Monitoreo de agua Análisis de agua	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cumplimiento de protocolo de monitoreo de Recursos Hídricos. ✓ Parámetros físicos <ul style="list-style-type: none"> - pH - Conductividad ✓ Parámetros Químicos <ul style="list-style-type: none"> - Metales Totales 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Monitoreo ▪ Análisis

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TECNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

Esta es una investigación de tipo descriptiva y aplicada. El tipo de investigación es de tipo descriptivo buscando evaluar los impactos ambientales negativos producto de la presencia de pirita en la vía férrea. Es aplicada, orientada a evaluar en que grado se encuentra afectando los factores ambientales.

3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es descriptivo analítico, ya que describió y analizó dos variables, que fueron sometidas a un análisis estadístico buscando establecer los impactos ambientales negativos que afectan a los factores ambientales producto al material piritoso que contiene la vía férrea en los distritos de Simón Bolívar, Tinyahuarco y Vicco de la provincia de Pasco es a la calidad de agua y suelo.

3.3. Métodos de investigación

El método de investigación se realizará mediante el siguiente procedimiento:

3.3.1. Trabajo de Gabinete

Recolección de información de los estudios realizados y consolidado de información al final de la investigación que se realizara.

3.3.2. Trabajo de campo

Evaluación y monitoreo de suelo y agua.

3.4. Diseño de investigación

El estudio presenta un diseño es de tipo longitudinal. Es de tipo longitudinal donde se realizará en mínimo 6 meses de evaluación de los impactos ambientales negativos.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

En el presente estudio de investigación la población está representada por los 39 Km de la vía férrea que ocupa dentro de la provincia de Pasco, en los distritos de Simón Bolívar, Tinyahuarco y Vicco.

3.5.2. Muestra

La muestra está representada por los 3 puntos de monitoreo, elegidos uno por cada distrito que ocupa la vía férrea, siendo los más representativos.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

- Recolección de Información: Toma de muestras en campo
- Visita de Campo: Visitas de Campo para evaluar la captación traslado y distribución del agua.

3.6.2. Instrumentos

- Formatos de Recolección de datos
- Cámara Fotográfica
- Fichas, apuntes y notas en libreta.
- GPS

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.

Selección de datos.

3.7.1. Procedimiento de Selección

La selección de puntos de monitoreo se realizará en base al uso de los cuerpos de agua y suelo por las comunidades aledañas, quienes desarrollan la ganadería como principal actividad económica, y dónde los impactos sean los más representativos.

3.7.2. Procedimiento de validación

La validación será efectuada por el asesor designado por las autoridades de la Facultad de Ingeniería de la UNDAC.

3.7.3. Procedimiento de confiabilidad de los instrumentos de investigación.

La confiabilidad de la investigación será con los resultados otorgados por laboratorio autorizado por INACAL.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

- Ordenamiento
- Codificación de datos.
- Tabulación.
- Análisis e interpretación.

3.9. Tratamiento Estadístico.

Para el presente estudio se con datos obtenidos de las encuestas se procederá utilizando el software Excel.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica.

Presento la investigación como información la evaluación de los impactos ambientales negativos que afectan a los factores ambientales producto al material piritoso que contiene la vía férrea en los distritos de Simón Bolívar, Tinyahuarco y Vicco de la provincia de Pasco los datos presentados son obtenidos de manera ética y de trabajo propio de mi investigación.

CAPITULO IV

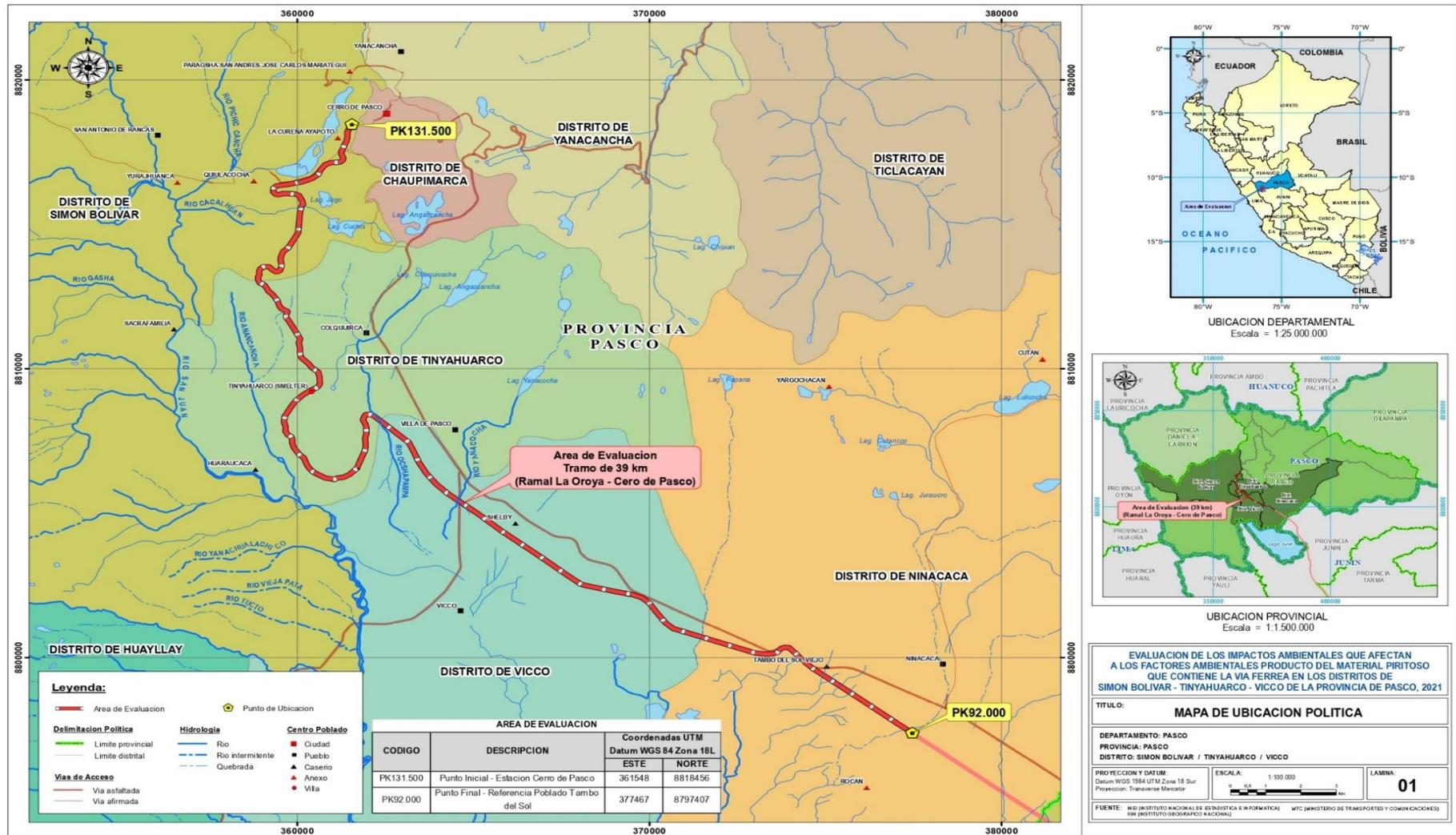
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Institución de estudio.

La ubicación de la zona de estudio es desde el inicio de la estación de tren en el Way (Cerro de Pasco), recorriendo 39 Km de distancia y un ancho de vía férrea que tiene un área de estudio variable de 10 m a 60 m, desde este lugar recorre las zonas de las alturas de Quiulacocha, costa del tajo Norte de la Sociedad Minera el Brocal, Unish, costado de la población de Villa de Pasco, pasando por la población de Shelby. Esta descripción mencionada se observa en el Figura N° 02.

Figura 2. Mapa de ubicación geográfica del entorno de la vía férrea



Para llegar a la zona de estudio por vía terrestre desde la capital Lima se recorre una distancia de 284 Km hasta llegar a la ciudad de Cerro de Pasco en un tiempo de viaje de 8 horas en bus y 5.5 desde la terminal de la ciudad hasta el Way, donde queda la estación del ferrocarril.

4.1.2. Infraestructura de la vía férrea.

“El Ferrocarril Central del Perú es una vía ferroviaria peruana recorre desde El Callao hasta las ciudades de Cerro de Pasco y Huancayo. Es el único ferrocarril en Sudamérica, entre los de trocha estándar de 1,435 m, que alcanza en su recorrido una altura sobre el nivel del mar de 4.781 m s. n. m. en la estación Galera, considerada la más alta de América y la segunda más alta del mundo.

Ferrocarril Central Andino S. A., es el operador del servicio de Transporte ferroviario del ferrocarril del Centro del Perú de acuerdo a Contrato suscrito con Ferrovías Central Andina S.A. actual Concesionario, por la cual se dedica al transporte de carga y materiales peligrosos por vía férrea y declara estar calificada para prestar el servicio de transporte ferroviario.

Como se mencionó anteriormente:

- La vía férrea que se encuentra en la provincia de Pasco se encuentra constituida por desmonte estéril y en gran parte este desmonte presenta material piritoso en una aproximado de 39 Km en una anchura de 1.5 m a 20 m, por encima de este material se tiene la vía con estructura habilitada con riel anclado en durmientes, tal como se puede observar en las siguientes imágenes:

Figura 3. Imagen de la Vías férrea anclado en los durmientes



Figura 4. Imagen de la Vías férrea anclado en los durmientes



4.1.3. Evaluación del impacto ambiental negativo a los factores ambientales

Como se recogió la información campo y gabinete se pudo determinar los siguientes impactos ambientales:

- Son 11 las comunidades afectadas por la contaminación de pastizales y recursos hídricos, el cual se generó debido a la construcción de la vía férrea, donde se utilizó pirita para rellenar los terrenos, ante ello.

- La vía férrea en la actualidad en casi 39 Km presenta lixiviados de material piritoso afectando cuerpos de agua, suelo, pastos y a los ganados como ovinos, vacunos y alpacas.
- En muchos lugares de esta vía los rieles se asientan en taludes que van desde 0.40 m de altura y 40 m de altura todo este material de talud presenta gran presencia de pirita.
- Los más afectados son los cuerpos de agua y suelos, estas ya no sirven para lugares de bebederos de animales y menos para sembrío de pastos, afectando gravemente a la económica ganadera de los distritos de Simón Bolívar, Tinyahuarco y Vicco.
- El área total se calculó en 1.9 Km² de área afectada en los tres distritos antes mencionados.
- Para más detalle se adjunta imágenes de los impactos que se viene realizando al entorno de la vía férrea.

Figura 5. Imagen del talud formado con presencia de material piritoso en las alturas de la población de Quiulacocha



Figura 6. Imagen del talud formado con presencia de material piritoso en las alturas de la población de Quiulacocha



Figura 7. Imagen de la presencia de ganado cercano a la vía férrea que genera material lixiviado de pirita



Figura 8. Imagen del talud formado con presencia de material piritoso en las alturas de la población cercana de Shelby



Figura 9. Imagen del talud formado con presencia de material piritoso en las alturas de la población cercana de Shelby



Figura 10. Imagen tomando medidas de material piritoso acumulado al entorno de la vía férrea



Figura 11. Imagen de la generación de lixiviado por las alcantarillas en shelby



Figura 12. Imagen de las fuentes de agua impactados en shelby



Figura 13. Imagen de la generación de sedimentos al entorno de la vía férrea en shelby



Figura 14. Imagen del talud formado con presencia de material piritoso en la zona de Unish



Figura 15. Imagen del talud formado con presencia de material piritoso en la zona de Unish afectando suelo y pastizales



Figura 16. Imagen del talud formado con presencia de material piritoso en la zona de Unish afectando cuerpos de agua



4.1.4. Ubicación de Puntos de Monitoreo

Para evaluar la calidad de agua y suelo se identificaron los puntos de monitoreo al entorno de vía ferra, para ello tenemos 3 puntos de monitoreo para agua y 3 puntos de monitoreo para suelo, para más detalle mostramos en el siguiente cuadro:

Tabla 3. Ubicación de los puntos de monitoreo de agua

N°	Código	Tipo de muestra	Descripción	Coordenadas en WGS-1984	
				ESTE	NORTE
1.-	P-1	Agua de escorrentía	Altura Quiulacocha (PK.127.650)	360034.00	8816016.00
2.-	P-2	Agua superficial	Unish (PK.112.000)	361922.00	8808379.00
3.-	P-3	Agua de escorrentía	Shelby (PK.106.400)	365463.00	8804698.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Ubicación de los puntos de monitoreo de suelo

N°	Código	Tipo de muestra	Descripción	Coordenadas en WGS-1984	
				ESTE	NORTE
1.-	P-1	Suelo agrícola	Altura Quiulacocho (PK.127.650)	360021.00	8816023.00
2.-	P-2	Suelo agrícola	Unish (PK.112.000)	361930.00	8808391.00
3.-	P-3	Suelo agrícola	Shelby (PK.106.400)	365470.00	8804717.00

Fuente: Elaboración propia

Para la mejor evaluación de los impactos ambientales negativos se evaluó la calidad de agua y suelo al entorno de la vía férrea en los distritos de Simón Bolívar, Tinyahuarco tal como se puede observar en las imágenes siguientes:

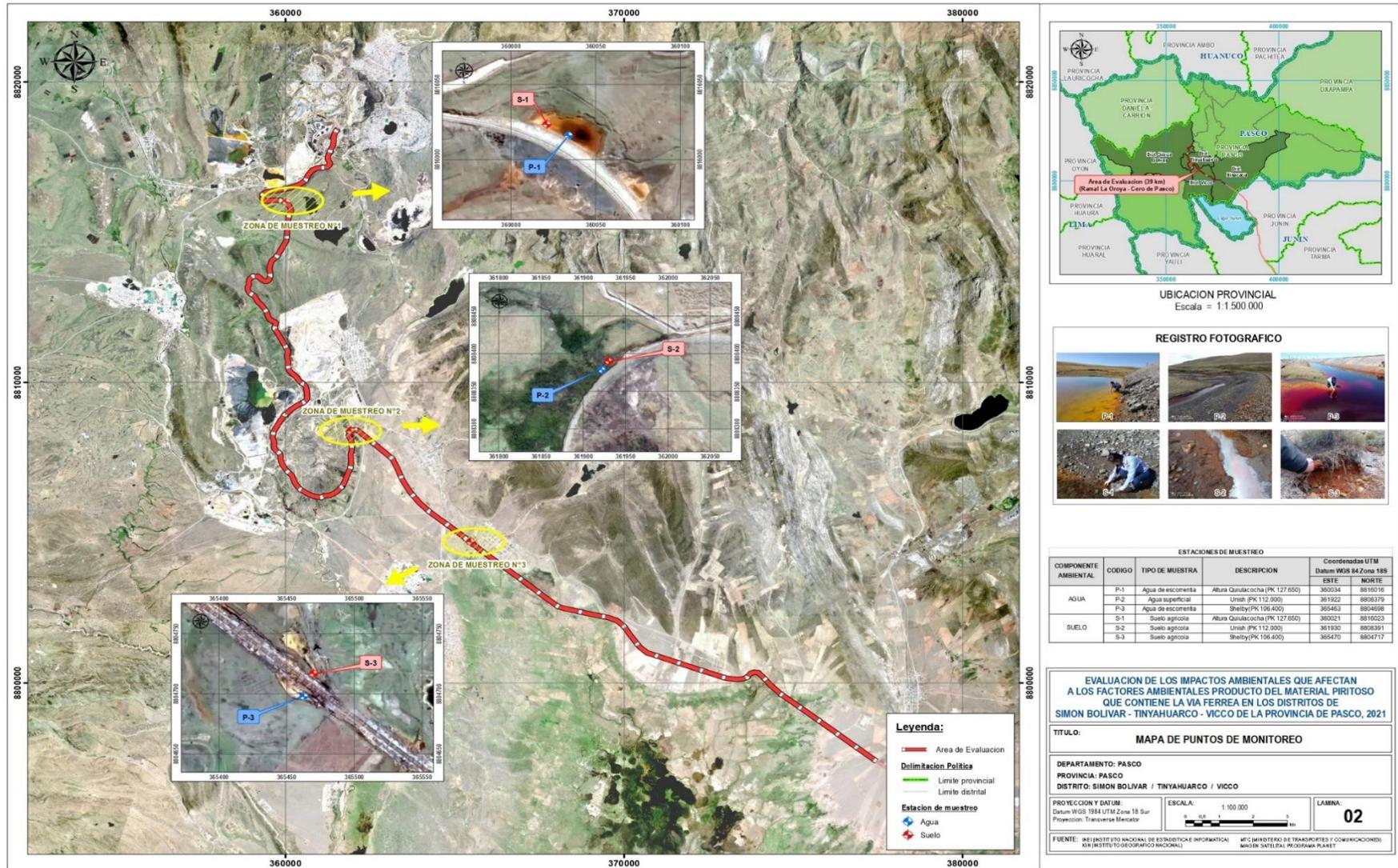
Figura 17. Vista de la toma de muestras de agua al entorno de la vía férrea



Figura 18. Vista de la toma de muestras de suelo al entorno de la vía férrea



Figura 19. Mapa de ubicación de puntos de monitoreo



4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Resultados de la calidad de agua y suelo al entorno de la vía férrea

En la evaluación de los impactos ambientales negativos se realizó el monitoreo de análisis de agua y suelo realizado en el laboratorio acreditado por INACAL el laboratorio “Servicio Analíticos Generales”, para lo cual tenemos los siguientes resultados.

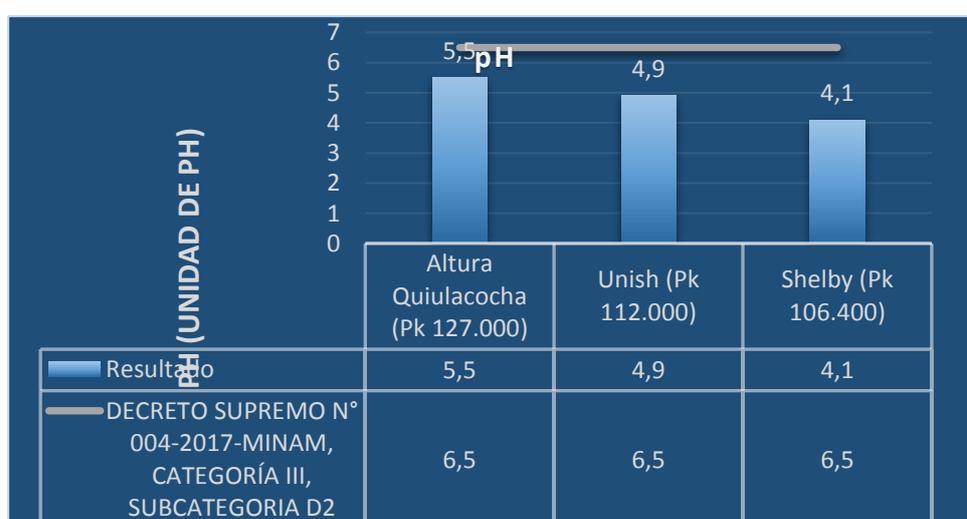
4.2.1.1. Resultados de la calidad física del agua al entorno de la vía férrea

Tabla 5. Resultados de Parámetro Físico del agua al entorno de la vía férrea

PARÁMETRO		NORMATIVA	Altura Quiulacocha (PK.127.650)	Unish (PK.112.000)	Shelby (PK.106.400)
pH	unidad de pH	Resultado	5.5	4.9	4.1
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORIA D2	6,5 – 8,4	6,5 – 8,4	6,5 – 8,4
Conductividad	µS/cm	Resultado	1456.00	2321.00	1089.00
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORIA D2	5 000	5 000	5 000

Fuente: Servicios Analíticos Generales

Gráfico 1. Resultados de Parámetro pH del agua al entorno de la vía férrea



Fuente: Elaboración propia

Evaluación del potencial de hidrogeno (pH)

En la evaluación teniendo como referencia los Estándares de Calidad Ambiental (ECA-Agua) Categoría III, Subcategoría D2 – bebida de animales del decreto supremo N° 004-2017 MINAM, para el parámetro potencial de hidrogeno (pH) el estándar permitido es de 6,5 – 8,4; en base ello en la tabla N° 05 y grafico N° 01 los resultados en los puntos de monitoreo siguiente: altura Quiulacocha (PK.127.650), Unish (PK.112.000) y Shelby (PK.106.400) se encuentran fuera del parámetro referencial establecido en el estándar de calidad ambiental para agua, ya que en el punto de monitoreo altura Quiulacocha (PK.127.650) es de 5.5, en el punto de monitoreo Unish (PK.112.000) es de 4.9 y Shelby (PK.106.400) es de 4.1, lo cual se puede determinar que estas aguas al entorno de la vía férrea no es apta para bebida de animales.

Gráfico 2: Resultados de Parámetro conductividad del agua al entorno de la vía férrea



Fuente: Elaboración propia

Evaluación de la conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

En la evaluación teniendo como referencia los Estándares de Calidad Ambiental (ECA-Agua) Categoría III, Subcategoría D2 – bebida de animales del decreto supremo N° 004-2017 MINAM, para el parámetro conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) el estándar permitido es de 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$; en base

ello en la tabla N° 05 y grafico N° 02 los resultados en los puntos de monitoreo siguiente: altura Quiulacocha (PK.127.650), Unish (PK.112.000) y Shelby (PK.106.400) se encuentran dentro del estándar de calidad ambiental permitido, ya que en el punto de monitoreo altura Quiulacocha (PK.127.650) es de 1456 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en el punto de monitoreo Unish (PK.112.000) es de 2321 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y Shelby (PK.106.400) es de 1089 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

4.2.1.2. Resultados de la calidad química del agua al entorno de la vía férrea

Tabla 6. Resultados de parámetro químico del agua al entorno de la vía férrea

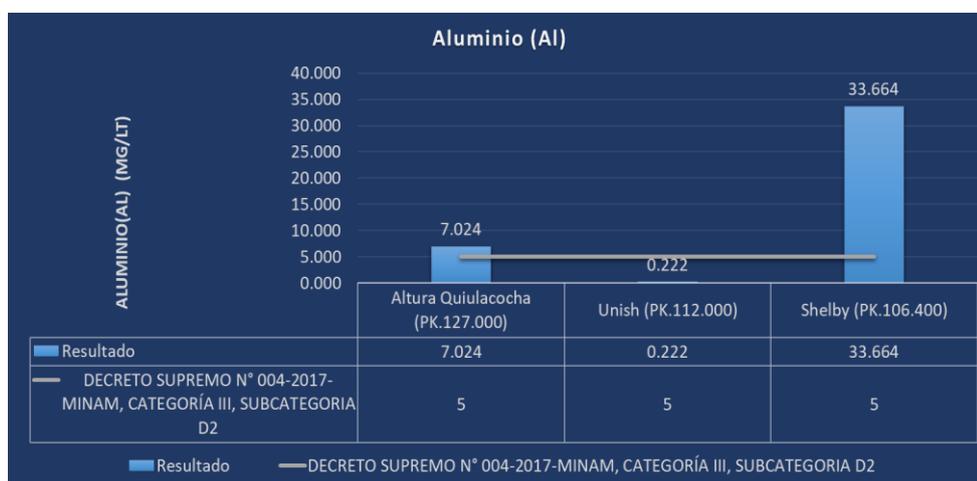
PARÁMETRO		NORMATIVA	Altura Quiulacocha (PK.127.650)	Unish (PK.112.000)	Shelby (PK.106.400)
Litio (Li)	mg/l	Resultado	0.01273	0.0007	0.08234
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	2.5	2.5	2.5
Berilio (Be)	mg/l	Resultado	0.00049	0.00002	0.00275
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	0.1	0.1	0.1
Boro (B)	mg/l	Resultado	0.0081	0.0025	0.0525
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	5	5	5
Sodio (Na)	mg/l	Resultado	0.569	0.799	2.443
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	—	—	—
Magnesio (Mg)	mg/l	Resultado	7.685	0.225	57.950
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	250	250	250
Aluminio (Al)	mg/l	Resultado	7.024	0.222	33.664
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	5	5	5
Silicio (Si)	mg/l	Resultado	6.894	6.869	26.929
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	—	—	—
Silice (SiO ₂)	mg/l	Resultado	14.754	14.699	57.628
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	—	—	—
Silicato (SiO ₃)	mg/l	Resultado	18.68	18.61	72.98
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	—	—	—
Fosforo (P)	mg/l	Resultado	<0.002	0.060	4.388
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	—	—	—
Potasio (K)	mg/l	Resultado	0.231	1.161	0.122
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	—	—	—
Calcio (Ca)	mg/l	Resultado	165.368	4.031	460.340
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	—	—	—
Titanio (Ti)	mg/l	Resultado	0.00483	0.00904	0.01590
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	—	—	—
Vanadio (V)	mg/l	Resultado	0.00025	0.00205	0.02316
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	—	—	—

Cromo (Cr)	mg/l	Resultado	0.0036	0.0008	0.0519
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	1	1	1
Manganeso (Mn)	mg/l	Resultado	1.014029	0.024351	2.439862
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	0.2	0.2	0.2
Hierro (Fe)	mg/l	Resultado	45.88738	31.35221	>200
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	-----	-----	-----
Cobalto (Co)	mg/l	Resultado	0.005991	0.000178	0.032833
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	1	1	1
Niquel (Ni)	mg/l	Resultado	0.01680	0.00046	0.12039
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	1	1	1
Cobre (Cu)	mg/l	Resultado	1.6119	0.0260	12.6295
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	0.5	0.5	0.5
Zinc (Zn)	mg/l	Resultado	3.91342	0.15086	7.4816
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	24	24	24
Galio (Ga)	mg/l	Resultado	0.00189	0.00034	0.01286
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	-----	-----	-----
Germanio (Ge)	mg/l	Resultado	0.00076	0.00043	0.01514
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	-----	-----	-----
Arsenico (As)	mg/l	Resultado	0.08219	0.13328	0.89906
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	0.20	0.20	0.20
Selenio (Se)	mg/l	Resultado	<0.0002	<0.0002	0.0011
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	0.05	0.05	0.05
Rubidio (Rb)	mg/l	Resultado	0.00168	0.00455	0.00101
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	-----	-----	-----
Estroncio (Sr)	mg/l	Resultado	0.42966	0.02415	1.09058
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	-----	-----	-----
Zirconio (Zr)	mg/l	Resultado	0.00019	0.00023	0.00236
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	-----	-----	-----
Niobio (Nb)	mg/l	Resultado	0.00019	0.00017	0.00152
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	-----	-----	-----
Molibdeno (Mo)	mg/l	Resultado	0.00016	0.00008	0.00075
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	-----	-----	-----
Plata (Ag)	mg/l	Resultado	0.00228	0.00548	0.01217
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	-----	-----	-----
Cadmio (Cd)	mg/l	Resultado	0.01622	0.00054	0.03196
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	0.05	0.05	0.05
Indio (In)	mg/l	Resultado	0.00222	0.00037	0.007690
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	-----	-----	-----
Estaño (Sn)	mg/l	Resultado	<0.0004	<0.0004	0.0007
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	-----	-----	-----
Antimonio (Sb)	mg/l	Resultado	0.0025	0.0112	0.0071
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	-----	-----	-----
Cesio (Cs)	mg/l	Resultado	0.00096	0.00033	0.00086
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	-----	-----	-----
Bario (Ba)	mg/l	Resultado	0.02517	0.02287	0.02453
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	-----	-----	-----
Lantano (La)	mg/l	Resultado	0.004535	0.000131	0.023908
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	-----	-----	-----
Cerio (Ce)	mg/l	Resultado	0.008596	0.00029	0.046771

		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	—	—	—
Terbio (Tb)	mg/l	Resultado	0.00020	<0.00001	0.00103
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	—	—	—
Lutecio (Lu)	mg/l	Resultado	0.000091	0.000004	0.000491
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	—	—	—
Tantalio (Ta)	mg/l	Resultado	0.00004	0.00002	0.00017
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	—	—	—
Wolframio (W)/ Tungsteno	mg/l	Resultado	0.00012	0.00005	0.00044
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	—	—	—
Mercurio (Hg)	mg/l	Resultado	<0.00002	0.00003	0.00004
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	0.01	0.01	0.01
Talio (Tl)	mg/l	Resultado	0.00107	0.00022	0.00036
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	—	—	—
Plomo (Pb)	mg/l	Resultado	0.1398	0.1342	0.0920
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	0.05	0.05	0.05
Bismuto (Bi)	mg/l	Resultado	0.004998	0.009825	0.001468
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	—	—	—
Torio (Th)	mg/l	Resultado	0.005174	0.001469	0.056417
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	—	—	—
Uranio (U)	mg/l	Resultado	0.003295	0.000251	0.009981
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA III, SUBCATEGORÍA D2	—	—	—

Fuente: Servicios Analíticos Generales

Gráfico 3. Resultados de aluminio en el agua al entorno de la vía férrea



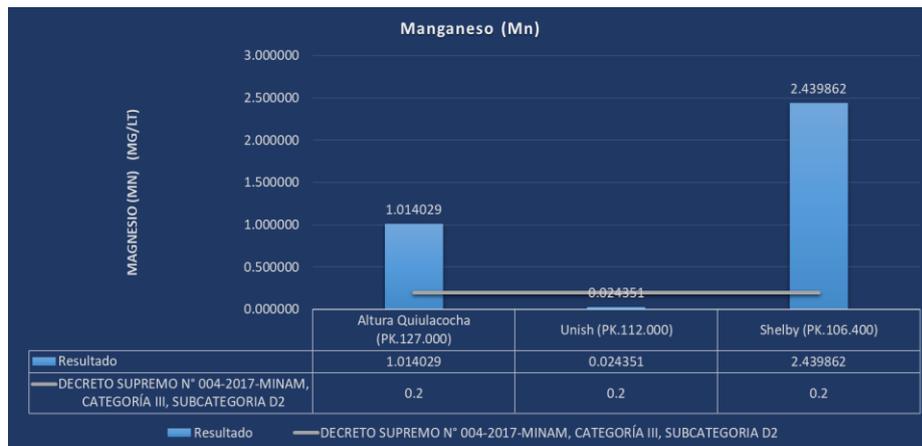
Fuente: Elaboración propia

Evaluación de la concentración de aluminio

En la evaluación teniendo como referencia los Estándares de Calidad Ambiental (ECA-Agua) Categoría III, Subcategoría D2 – bebida de animales del decreto supremo N° 004-2017 MINAM, para la concentración

de aluminio en el cuerpo receptor de agua el estándar permitido es de 5 mg/l; en base ello en la tabla N° 06 y grafico N° 03 los resultados en los puntos de monitoreo siguiente: altura Quiulacocha (PK.127.650), Unish (PK.112.000) y Shelby (PK.106.400) se encuentran por encima de los valores referenciales establecidos en el estándar de calidad ambiental para agua, ya que en el punto de monitoreo altura Quiulacocha (PK.127.650) es de 7.024 mg/l, en el punto de monitoreo Unish (PK.112.000) es de 0.222 mg/l y Shelby (PK.106.400) es de 33.664 mg/l, lo cual se puede determinar que estas aguas al entorno de la vía férrea no es apta para bebida de animales. Pero en el punto de monitoreo Unish (PK.112.000) se encuentra por debajo del valor referencial del estándar de calidad ambiental agua teniendo el resultado de 0.222 mg/l.

Gráfico 4. Resultados de manganeso en el agua al entorno de la vía férrea



Fuente: Elaboración propia

Evaluación de la concentración de manganeso

En la evaluación teniendo como referencia los Estándares de Calidad Ambiental (ECA-Agua) Categoría III, Subcategoría D2 – bebida de animales del decreto supremo N° 004-2017 MINAM, para la concentración de manganeso en el cuerpo receptor de agua el estándar permitido es de 0.2 mg/l; en base ello en la tabla N° 06 y grafico N° 04 los resultados en los puntos de monitoreo siguiente: altura Quiulacocha

(PK.127.650) y Shelby (PK.106.400) se encuentran por encima de los valores referenciales establecidos en el estándar de calidad ambiental para agua, ya que en el punto de monitoreo altura Quiulacocha (PK.127.650) es de 1.040 mg/l y Shelby (PK.106.400) es de 2.439 mg/l, lo cual se puede determinar que estas aguas al entorno de la vía férrea no es apta para bebida de animales. Pero en el punto monitoreo Unish (PK.112.000) cumple con el estándar de calidad ambiental agua teniendo el resultado de 0.024 mg/l.

Gráfico 5. Resultados de hierro en el agua al entorno de la vía férrea



Fuente: Elaboración propia

Evaluación de la concentración de hierro

En la evaluación teniendo como referencia los Estándares de Calidad Ambiental (ECA-Agua) Categoría III, Subcategoría D2 – bebida de animales del decreto supremo N° 004-2017 MINAM, para la concentración de hierro en el cuerpo receptor de agua el estándar permitido no se encuentra definido; en base ello en la tabla N° 06 y grafico N° 05 los resultados en los puntos de monitoreo siguiente: altura Quiulacocha (PK.127.650), Unish (PK.112.000) y Shelby (PK.106.400) se encuentran alta concentración de hierro en Quiulacocha (PK.127.650) es de 45.88 mg/l, en el punto de monitoreo Unish (PK.112.000) es de 31.35 mg/l y Shelby (PK.106.400) es de 200 mg/l, lo cual se puede determinar

que estas aguas al entorno de la vía férrea tienen alta concentración de hierro.

Gráfico 6. Resultados de cobre en el agua al entorno de la vía férrea

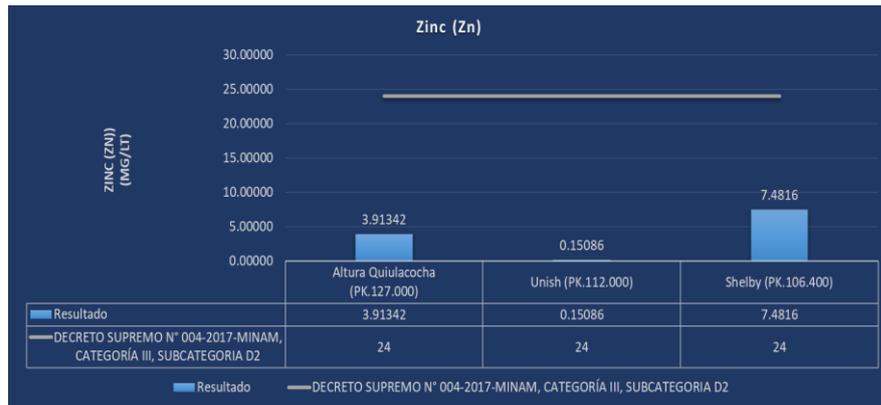


Fuente: Elaboración propia

Evaluación de la concentración de cobre

En la evaluación teniendo como referencia los Estándares de Calidad Ambiental (ECA-Agua) Categoría III, Subcategoría D2 – bebida de animales del decreto supremo N° 004-2017 MINAM, para la concentración de cobre en el cuerpo receptor de agua el estándar permitido es de 0.5 mg/l; en base ello en la tabla N° 06 y gráfico N° 06 los resultados en los puntos de monitoreo siguiente: altura Quiulacocha (PK.127.650) y Shelby (PK.106.400) se encuentran por encima de los valores referenciales establecidos en el estándar de calidad ambiental para agua, ya que en el punto de monitoreo altura Quiulacocha (PK.127.650) es de 1.61 mg/l y Shelby (PK.106.400) es de 12.62 mg/l, lo cual se puede determinar que estas aguas al entorno de la vía férrea no es apta para bebida de animales. Pero en el punto monitoreo Unish (PK.112.000) cumple con el estándar de calidad ambiental agua teniendo el resultado de 0.026 mg/l.

Gráfico 7. Resultados de zinc en el agua al entorno de la vía férrea

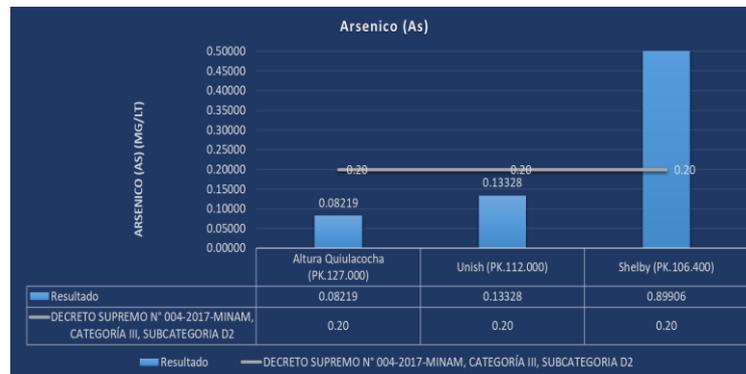


Fuente: Elaboración propia

Evaluación de la concentración de zinc

En la evaluación teniendo como referencia los Estándares de Calidad Ambiental (ECA-Agua) Categoría III, Subcategoría D2 – bebida de animales del decreto supremo N° 004-2017 MINAM, para la concentración de zinc en el cuerpo receptor de agua el estándar permitido es de 24 mg/l; en base ello en la tabla N° 06 y gráfico N° 07 los resultados en los puntos de monitoreo siguiente: altura Quiulacocha (PK.127.650), Unish (PK.112.000) y Shelby (PK.106.400) se encuentra por debajo del valor referencial del estándar de calidad ambiental agua, ya que en el punto de monitoreo altura Quiulacocha (PK.127.650) es de 3.91 mg/l, en el punto de monitoreo Unish (PK.112.000) es de 0.150 mg/l y Shelby (PK.106.400) es de 7.48 mg/l.

Gráfico 8. Resultados de arsénico en el agua al entorno de la vía férrea

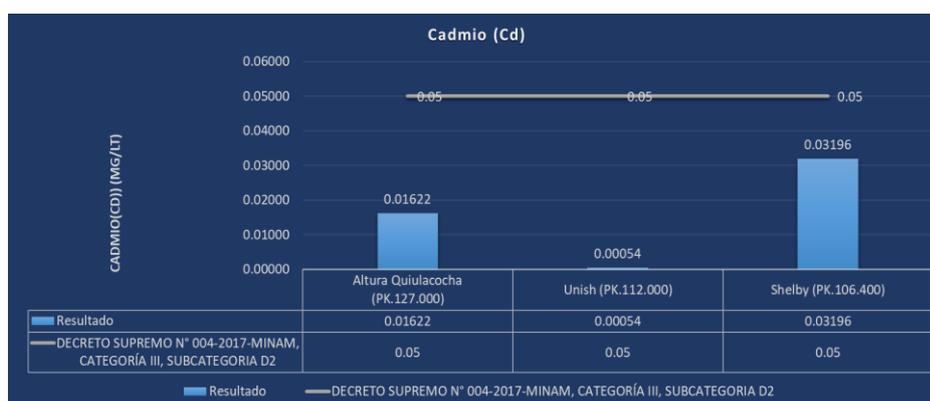


Fuente: Elaboración propia

Evaluación de la concentración de arsénico

En la evaluación teniendo como referencia los Estándares de Calidad Ambiental (ECA-Agua) Categoría III, Subcategoría D2 – bebida de animales del decreto supremo N° 004-2017 MINAM, para la concentración de arsénico en el cuerpo receptor de agua el estándar permitido es de 0.20 mg/l; en base ello en la tabla N° 06 y grafico N° 08 los resultados en los puntos de monitoreo siguiente: altura Quiulacocha (PK.127.650), Unish (PK.112.000) y Shelby (PK.106.400) se encuentra por debajo del valor referencial del estándar de calidad ambiental agua, ya que en el punto de monitoreo altura Quiulacocha (PK.127.650) es de 0.082 mg/l, en el punto de monitoreo Unish (PK.112.000) es de 0.133 mg/l. Pero en el punto monitoreo Shelby (PK.106.400) es de 0.899 mg/l, encontrándose por encima de los valores referenciales establecidos en el estándar de calidad ambiental para agua, lo que determina que estas aguas no son apta para bebida de animales.

Gráfico 9. Resultados de cadmio en el agua al entorno de la vía férrea



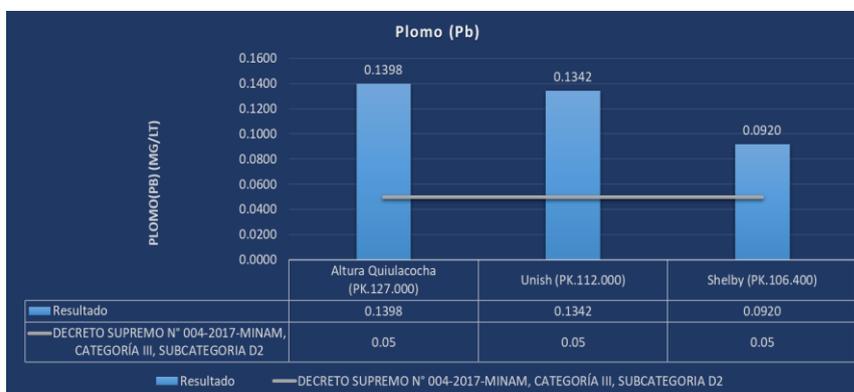
Fuente: Elaboración propia

Evaluación de la concentración de cadmio

En la evaluación teniendo como referencia los Estándares de Calidad Ambiental (ECA-Agua) Categoría III, Subcategoría D2 – bebida de animales del decreto supremo N° 004-2017 MINAM, para la

concentración de cadmio en el cuerpo receptor de agua el estándar permitido es de 0.50 mg/l; en base ello en la tabla N° 06 y grafico N° 09 los resultados en los puntos de monitoreo siguiente: altura Quiulacocha (PK.127.650), Unish (PK.112.000) y Shelby (PK.106.400) se encuentra por debajo del valor referencial del estándar de calidad ambiental agua, ya que en el punto de monitoreo altura Quiulacocha (PK.127.650) es de 0.016 mg/l, en el punto de monitoreo Unish (PK.112.000) es de 0.00054 mg/l y Shelby (PK.106.400) es de 0.0319 mg/l.

Gráfico 10. Resultados de plomo en el agua al entorno de la vía férrea



Fuente: Elaboración propia

Evaluación de la concentración de plomo

En la evaluación teniendo como referencia los Estándares de Calidad Ambiental (ECA-Agua) Categoría III, Subcategoría D2 – bebida de animales del decreto supremo N° 004-2017 MINAM, para la concentración de plomo en el cuerpo receptor de agua el estándar permitido es de 5 mg/l; en base ello en la tabla N° 06 y grafico N° 10 los resultados en los puntos de monitoreo siguiente: altura Quiulacocha (PK.127.650), Unish (PK.112.000) y Shelby (PK.106.400) se encuentran por encima de los valores referenciales establecidos en el estándar de calidad ambiental para agua, ya que en el punto de monitoreo altura Quiulacocha (PK.127.650) es de 0.139 mg/l, en el punto de monitoreo Unish (PK.112.000) es de 0.134 mg/l y Shelby (PK.106.400) es de 0.092

mg/l, lo cual se puede determinar que estas aguas al entorno de la vía férrea no es apta para bebida de animales.

4.2.1.3. Resultados de la calidad química de suelo al entorno de la vía férrea

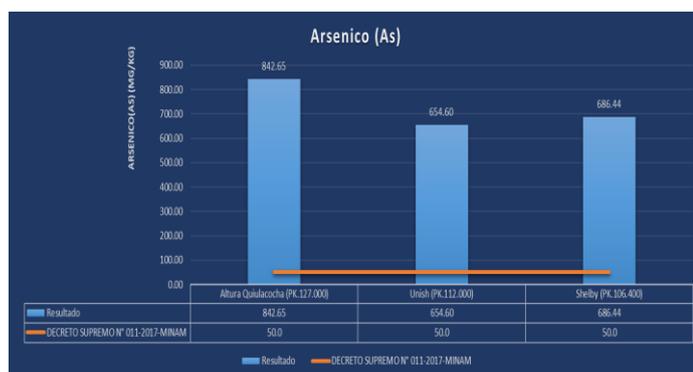
Tabla 7. Resultados de parámetro químico de suelo al entorno de la vía férrea

PARÁMETRO		NORMATIVA	Altura Quiulacocha (PK.127.650)	Unish (PK.112.000)	Shelby (PK.106.400)
Plata (Ag)	mg/kg	Resultado	39.34	11.07	<0.06
		DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM	_____	_____	_____
Aluminio (Al)	mg/kg	Resultado	3,513.4	10,478.7	741.8
		DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM	_____	_____	_____
Arsenico (As)	mg/kg	Resultado	842.65	654.60	686.44
		DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM	50.0	50.0	50.0
Boro (B)	mg/kg	Resultado	<0.2	<0.2	<0.2
		DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM	_____	_____	_____
Bario (Ba)	mg/kg	Resultado	114.91	246.62	63.53
		DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM	750	750	750
Berilio (Be)	mg/kg	Resultado	0.108	0.377	<0.021
		DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM	_____	_____	_____
Calcio (Ca)	mg/kg	Resultado	4,576.6	1,139.9	4,824.9
		DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM	_____	_____	_____
Cadmio (Cd)	mg/kg	Resultado	20.34	4.42	24.12
		DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM	1.4	1.4	1.4
Cerio (Ce)	mg/kg	Resultado	<0.3	19.2	<0.3
		DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM	_____	_____	_____
Cobalto (Co)	mg/kg	Resultado	4.53	0.54	<0.05
		DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM	_____	_____	_____
Cromo (Cr)	mg/kg	Resultado	3.36	3.19	1.92
		DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM	_____	_____	_____
Cobre (Cu)	mg/kg	Resultado	379.52	764.30	533.80
		DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM	_____	_____	_____
Hierro (Fe)	mg/kg	Resultado	>40000	>40000	>40000
		DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM	_____	_____	_____
Mercurio (Hg)	mg/kg	Resultado	8.78	1.73	5.71
		DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM	6.6	6.6	6.6
Potasio (K)	mg/kg	Resultado	470.3	240.5	1,377.3
		DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM	_____	_____	_____
Litio (Li)	mg/kg	Resultado	1.0	2.9	0.9
		DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM	_____	_____	_____

Magnesio(Mg)	mg/kg	Resultado	267.7	333.4	384.5
		DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM	_____	_____	_____
Manganeso (Mn)	mg/kg	Resultado	347.36	33.86	1.05
		DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM	_____	_____	_____
Molibdeno (Mo)	mg/kg	Resultado	<0.14	1.26000	<0.14
		DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM	_____	_____	_____
Sodio (Na)	mg/kg	Resultado	164.3	127.9	356.2
		DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM	_____	_____	_____
Niquel (Ni)	mg/kg	Resultado	4.93	0.92	<0.06
		DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM	_____	_____	_____
Fósforo(P)	mg/kg	Resultado	656.3	739.7	2,629.5
		DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM	_____	_____	_____
Plomo (Pb)	mg/kg	Resultado	3,373.40	1,615.80	549.36
		DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM	70	70	70
Amtimonio (Sb)	mg/kg	Resultado	168.80	32.94	57.05
		DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM	_____	_____	_____
Selenio (Se)	mg/kg	Resultado	<0.4	<0.4	<0.4
		DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM	_____	_____	_____
Estaño (Sn)	mg/kg	Resultado	9.07	7.54	4.41
		DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM	_____	_____	_____
Estroncio (Sr)	mg/kg	Resultado	25.03	13.27	33.47
		DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM	_____	_____	_____
Titanio (Ti)	mg/kg	Resultado	109.33	47.50	47.49
		DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM	_____	_____	_____
Talio (Tl)	mg/kg	Resultado	2.92	1.09	0.67
		DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM	_____	_____	_____
Vanadio (V)	mg/kg	Resultado	10.94	23.68	33.92
		DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM	_____	_____	_____
Zinc (Zn)	mg/kg	Resultado	1,161.53	1,095.80	86.67
		DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM	_____	_____	_____

Fuente: Servicios Analíticos Generales

Gráfico 11. Resultados de arsénico en el suelo al entorno de la vía férrea

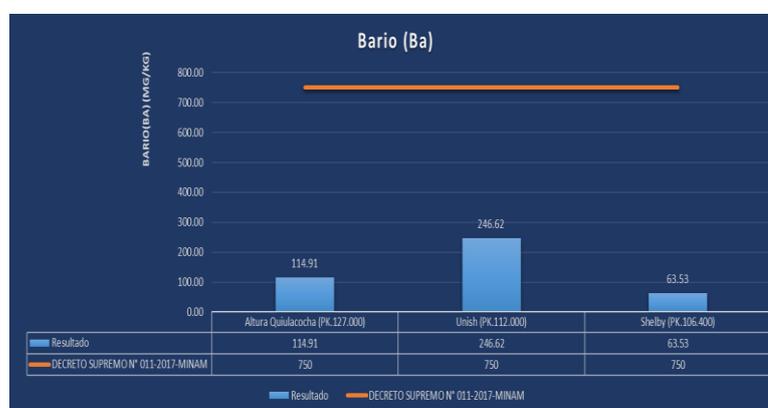


Fuente: Elaboración propia

Evaluación de la concentración de arsénico

En la evaluación teniendo como referencia los Estándares de Calidad Ambiental (ECA-Suelo) Categoría Suelo agrícola (Uso ganadero) del decreto supremo N° 011-2017 MINAM, para la concentración de arsénico en el suelo el estándar permitido es de 50 mg/kg; en base ello en la tabla N° 07 y gráfico N° 11 los resultados en los puntos de monitoreo siguiente: altura Quiulacocha (PK.127.650), Unish (PK.112.000) y Shelby (PK.106.400) se encuentran por encima de los valores referenciales establecidos en el estándar de calidad ambiental para suelo, ya que en el punto de monitoreo altura Quiulacocha (PK.127.650) es de 842.65 mg/kg, en el punto de monitoreo Unish (PK.112.000) es de 654.6 mg/ kg y Shelby (PK.106.400) es de 686.44 mg/ kg, lo cual se puede determinar que estos suelos al contorno de la vía férrea no es apta para el desarrollo de la ganadería.

Gráfico 12. Resultados de bario en el suelo al entorno de la vía férrea



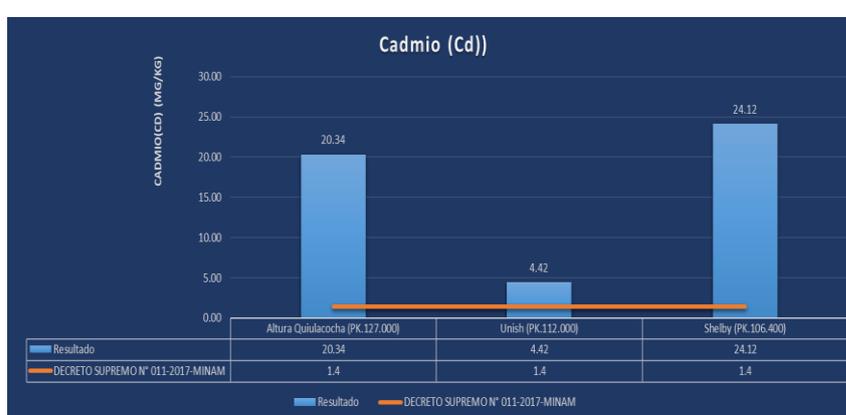
Fuente: Elaboración propia

Evaluación de la concentración de bario

En la evaluación teniendo como referencia los Estándares de Calidad Ambiental (ECA-Suelo) Categoría Suelo agrícola (Uso ganadero) del decreto supremo N° 011-2017 MINAM, para la concentración de bario en el suelo el estándar permitido es de 750 mg/kg; en base ello en la tabla

N° 07 y grafico N° 12 los resultados en los puntos de monitoreo siguiente: altura Quiulacocha (PK.127.650), Unish (PK.112.000) y Shelby (PK.106.400) se encuentra por debajo del valor referencial del estándar de calidad ambiental agua, ya que en el punto de monitoreo altura Quiulacocha (PK.127.000) es de 114.91 mg/kg, en el punto de monitoreo Unish (PK.112.000) es de 246.62 mg/kg y Shelby (PK.106.400) es de 63.53 mg/kg.

Gráfico 13. Resultados de cadmio en el suelo al entorno de la vía férrea



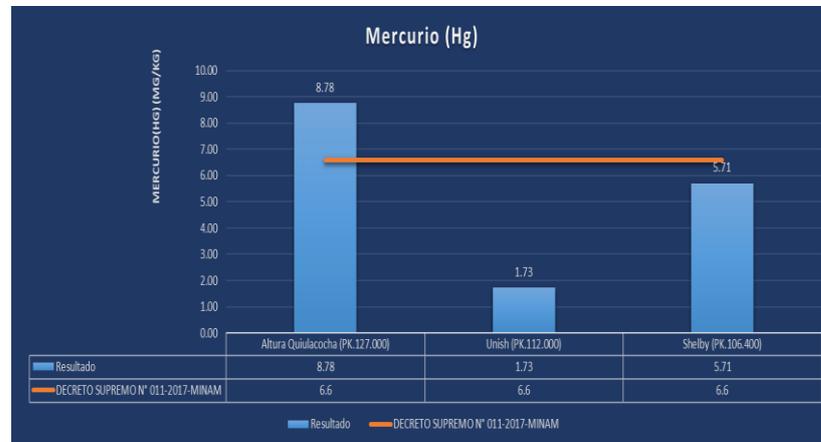
Fuente: Elaboración propia

Evaluación de la concentración de cadmio

En la evaluación teniendo como referencia los Estándares de Calidad Ambiental (ECA-Suelo) Suelo agrícola del decreto supremo N° 011-2017 MINAM, para la concentración de cadmio en el suelo el estándar permitido es de 1.4 mg/kg; en base ello en la tabla N° 07 y grafico N° 13 los resultados en los puntos de monitoreo siguiente: altura Quiulacocha (PK.127.650), Unish (PK.112.000) y Shelby (PK.106.400) se encuentran por encima de los valores referenciales establecidos en el estándar de calidad ambiental para suelo, ya que en el punto de monitoreo altura Quiulacocha (PK.127.650) es de 20.34 mg/l, en el punto de monitoreo Unish (PK.112.000) es de 4.42 mg/l y Shelby (PK.106.400) es de 24.12

mg/l, lo cual se puede determinar que estos suelos al contorno de la vía férrea no es apta para el desarrollo de la ganadería.

Gráfico 14. Resultados de mercurio en el suelo al entorno de la vía férrea

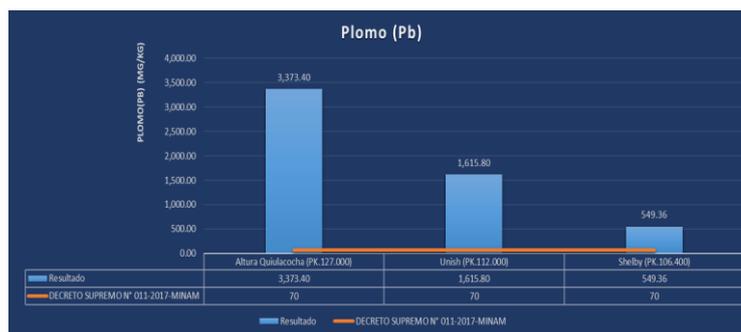


Fuente: Elaboración propia

Evaluación de la concentración de mercurio

En la evaluación teniendo como referencia los Estándares de Calidad Ambiental (ECA-Suelo) Categoría Suelo agrícola (Uso ganadero) del decreto supremo N° 011-2017 MINAM, para la concentración de mercurio en el suelo el estándar permitido es de 6.6 mg/kg; en base ello en la tabla N° 07 y gráfico N° 14 los resultados en los puntos de monitoreo siguiente: altura Quiulacocha (PK.127.650), Unish (PK.112.000) y Shelby (PK.106.400) se encuentra por debajo del valor referencial del estándar de calidad ambiental agua en los puntos de monitoreo Unish (PK.112.000) es de 1.73 mg/kg y Shelby (PK.106.400) es de 5.71 mg/kg. Pero en el punto de monitoreo Quiulacocha (PK.127.000) es de 8.78 mg/kg, encontrándose por encima de los valores referenciales establecidos en el estándar de calidad ambiental para suelo, por lo cual se puede determinar que estos suelos no son apta para el desarrollo de la ganadería.

Gráfico 15. Resultados de plomo en el suelo al entorno de la vía férrea



Fuente: Elaboración propia

Evaluación de la concentración de plomo

En la evaluación teniendo como referencia los Estándares de Calidad Ambiental (ECA-Suelo) Categoría Suelo agrícola (Uso ganadero) del decreto supremo N° 011-2017 MINAM, para la concentración de plomo en el suelo el estándar permitido es de 70 mg/kg; en base ello en la tabla N° 07 y grafico N° 15 los resultados en los puntos de monitoreo siguiente: altura Quiulacocha (PK.127.650), Unish (PK.112.000) y Shelby (PK.106.400) se encuentran por encima de los valores referenciales establecidos en el estándar de calidad ambiental para suelo, ya que en el punto de monitoreo altura Quiulacocha (PK.127.650) es de 3373.4 mg/l, en el punto de monitoreo Unish (PK.112.000) es de 1615.8 mg/l y Shelby (PK.106.400) es de 549.36 mg/l, lo cual se puede determinar que estos suelos al entorno de la vía férrea no es apta para el desarrollo de la ganadería.

4.3. Prueba de Hipótesis

En la investigación finalizada la hipótesis se planteó en los siguientes términos:

“Los impactos ambientales negativos que afectan a los factores ambientales producto al material piritoso que contiene la vía férrea en los distritos de Simón Bolívar, Tinyahuarco y Vicco de la provincia de Pasco es a la calidad de agua y suelo”.

De la evaluación producto a los trabajos de campo y gabinete se pudo identificar los impactos ambientales negativos que afectan a los factores ambientales producto al material piritoso que contiene la vía férrea en los distrito de Simón Bolívar, Tinyahuarco y Vicco, lo cual para tener mejor información en la evaluación se determinó que el suelo y agua están siendo afectando al entorno de la vía ferra, producto a ello estas área afectadas no pueden ser utilizada para sembrío de pastos o estas zonas la flora se ve afectada y por lo tanto los animales domésticos también posiblemente estaría sientto afectados.

El área total de afectación es de 39 Km que varía desde 10 m a 60 m de anchura de vía lo cual representa 1.9 km² que se estaría afectando entre agua, suelo y flora.

Asimismo, se pudo determinar a la fecha que la empresa ferrovías no tiene un plan de manejo ambiental

4.4. Discusión de resultados

En mi investigación podemos concluir los siguientes:

- De acuerdo a la evaluación de los impactos ambientales negativos que afectan a los factores ambientales producto al material piritoso que contiene la vía férrea en los Distrito de Simón Bolívar, Tinyahuarco y Vicco de la provincia de Pasco, , se pudo determinar que se está afectando al agua y suelo; a su vez esto trae como consecuencia la afectación de la flora no permitiendo el desarrollo de la ganadería, principalmente de la fauna domestica como son ovinos, alpaca y vacunos que se cría por los pobladores de los distritos de Simón Bolívar, Tinyahuarco y Vicco.
- En los resultados de la calidad de agua teniendo como referencia los Estándares de Calidad Ambiental (ECA-Agua) Categoría III, Subcategoría D2 – bebida de animales del decreto supremo N° 004-2017 MINAM, los metales como el Aluminio (Al), Manganeso (Mn), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Arsénico (As), Plomo (Pb) en el cuerpo receptor de agua al entorno de la vía férrea los

resultados que se obtuvo se encuentran por encima de los valores referenciales establecidos en el estándar de calidad ambiental para agua, lo cual se puede determinar que estas aguas al entorno de la vía férrea no es apta para bebida de animales.

- En los resultados de la calidad de suelo teniendo como referencia los Estándares de Calidad Ambiental (ECA-Suelo) Suelo agrícola del decreto supremo N° 011-2017 MINAM, para la concentración de Arsénico (As), Cadmio (Cd), Mercurio (Hg) y Plomo (Pb) los resultados en los puntos de monitoreo siguiente: altura Quiulacocha (PK.127.650), Unish (PK.112.000) y Shelby (PK.106.400) que se obtuvo se encuentran por encima de los valores referenciales establecidos en el estándar de calidad ambiental para suelo, lo cual se puede determinar que estos suelos al contorno de la vía férrea no es apta para el desarrollo de la ganadería.

CONCLUSIONES

- i. Son 11 las comunidades campesinas que están siendo afectadas por la contaminación de agua, suelo y pastizales, el cual se generó debido a la construcción de la vía férrea, donde se utilizó pirita para rellenar los terrenos, ante ello.
- ii. La vía férrea en la actualidad en casi 39 Km presenta lixiviados de material piritoso afectando cuerpos de agua, suelo, pastos y a los ganados como ovinos, vacunos y alpacas.
- iii. Los más afectados es son cuerpo de agua y suelos, estas ya no sirven para lugares de bebederos de animales y menos para sembrío de pastos, afectando gravemente a la económica ganadera de los distritos de Simón Bolívar, Tinyahuarco y Vicco.
- iv. El área total de afectación es de 39 Km que varía desde 10 m a 60 m de anchura de vía lo cual representa 1.9 km² que se estaría afectando entre agua, suelo y flora.
- v. Los resultados de la calidad de agua teniendo como referencia los Estándares de Calidad Ambiental (ECA-Agua) Categoría III, Subcategoría D2 – bebida de animales del decreto supremo N° 004-2017 MINAM, los metales como el Aluminio (Al), Manganeso (Mn), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Arsénico (As), Plomo (Pb) en el cuerpo receptor de agua al entorno de la vía férrea los resultados que se obtuvo se encuentran por encima de los valores referenciales establecidos en el estándar de calidad ambiental para agua, lo cual se puede determinar que estas aguas al entorno de la vía férrea no es apta para bebida de animales.
- vi. Los resultados de la calidad de suelo teniendo como referencia los Estándares de Calidad Ambiental (ECA-Suelo) Suelo agrícola del decreto supremo N° 011-2017 MINAM, para la concentración de Arsénico (As), Cadmio (Cd), Mercurio (Hg) y Plomo (Pb) en los puntos de monitoreo siguiente: altura Quiulacocha (PK.127.650), Unish (PK.112.000) y Shelby (PK.106.400) se encuentran por encima de los valores referenciales establecidos en el estándar de calidad ambiental para suelo, por lo cual

se puede determinar que estos suelos al entorno de la vía férrea no es apta para desarrollo de la ganadería.

RECOMENDACIONES

- i. La empresa Ferrovías Central Andina a cumplir los compromisos asumidos ante las comunidades, Gobierno Regional y Central. Los trabajos de remediación involucran la limpieza de los minerales en los terrenos aledaños a la vía férrea, estudios para la descontaminación de los recursos hídricos, los cuales contienen desechos de pirita los cuales son altamente peligrosos, así como la construcción de pasos a desnivel para conectar a las comunidades. Esto es el compromiso ambiental que tiene con el estado peruano.
- ii. Difusión de la presente investigación a los organismos de supervisión ambiental como OEFA, OSINERMIN, Ministerio del Ambiente, Ministerio de Energía y Minas y Ministerio de Transportes a fin de exhortar a Ferrovías Central Andina el cumplimiento de plan de manejo ambiental.
- iii. Como tesista recomiendo que se tiene que cambiar el material piritoso por otro material estéril, porque realizando la evaluación ambiental este material piritoso seguirán generando drenaje ácido si se sigue manteniendo este material en la vía férrea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alfonso A. Romero, Silvana L. Flores, Rosa Medina (2008) “Estudio de los metales pesados en el relave abandonado de Ticapampa”.

Juan Guevara Guerrero (2015). Generación de acidez por la presencia de sulfuros en el futuro tajo del proyecto minero “el galeno”.

Minería en línea (2020) “Material piritoso”

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2021) “Ferrocarril del Centro del Perú”.

Sandra Katerine Arismendy Vidales (2020) “Problemática ambiental generada por el drenaje ácido de mina en la explotación de yacimientos mineros en Colombia”

Según Urrutia, M.; Graña, J.; Garcia-Rodeja, R.; Macias, F. (2010). “Procesos de oxidación de pirita en medios superficiales: potencial acidificante e interés para la recuperación de suelos de mina”

Según Octavio Hinojosa C (2002) “Oxidación de sulfuros: importante proceso de pretratamiento”

Enrique Paz Valenzuela (2016) “Impacto geoambiental generado por la minería en el área circunscrita al río San Juan- Provincia de Pasco Departamento de Pasco”

Ministerio del Ambiente (2012) “Glosario de términos”

Contaminación del agua a causa de la minería (2018) extraído de:
<https://www.iagua.es/blogs/carlos-revilla-calcina/preocupados>

Elaboración de Tesis-Trabajos de Investigación extraído de
<http://bibliotecas.uc.cl/Elaboracion-de-tesis-trabajos-de-investigacion/elaboracion-de-tesis-trabajos-de-investigacion.html>

Cómo estructurar una tesis extraído de
<http://blog.udlap.mx/blog/2014/10/comoestructurarunatesis/>

Manual para la Elaboración de Tesis Universitaria extraído de
<https://es.slideshare.net/apinillo03/manual-para-elaboracion-tesis-universitaria-12552399>

ANEXOS

Instrumento de Recolección de Datos ENCUESTA



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 047**



INFORME DE ENSAYO N° 163942-2022 CON VALOR OFICIAL

RAZÓN SOCIAL	: VICENTE MALPARTIDA NATALY MAGAY
DOMICILIO LEGAL	: BARRIO LA ESPERANZA ANTIGUA N°238 - YANACANCHA - PASCO - PASCO
SOLICITADO POR	: VICENTE MALPARTIDA NATALY MAGAY
REFERENCIA	: RESERVADO POR EL CLIENTE
PROCEDENCIA	: RESERVADO POR EL CLIENTE
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS	: 2022-07-04
FECHA(S) DE ANÁLISIS	: 2022-07-04 AL 2022-07-12
FECHA(S) DE MUESTREO	: 2022-07-01
MUESTREADO POR	: EL CLIENTE
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIBIÓ.

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C	Unidades
AGUA			
METALES TOTALES por ICP-MS: Plata, Aluminio, Arsénico, Bario, Berilio, Cadmio, Cobalto, Cromo, Cobre, Mercurio, Manganeso, Molibdeno, Níquel, Plomo, Antimonio, Selenio, Talio, Torio, Uranio, Vanadio, Zinc.	EPA Method 200.8, Revisión 5.4 (1994). Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.	---	mg/L
METALES TOTALES por ICP-MS: Litio, Bismuto, Boro, Sodio, Magnesio, Silicio, Silicio, Silicato, Fósforo, Potasio, Calcio, Titanio, Hierro, Galio, Germanio, Rubidio, Estroncio, Zirconio, Niobio, Ytrio, Estaño, Cesio, Lantano, Cerio, Terbio, Lutecio, Tantalio, Wolframio	EPA Method 200.8, Revisión 5.4, 1994. Validado (Aplicado fuera del alcance), 2019. Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.	---	mg/L
SUELO			
Metales: Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Boro, Berilio, Cadmio, Calcio, Cerio, Cromo, Cobalto, Cobre, Hierro, Plomo, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Fósforo, Potasio, Selenio, Plata, Sodio, Estroncio, Talio, Estaño, Ytario, Vanadio, Zinc.	EPA 3050-B (1996) / Method 200.7 Rev. 4.4 EMHC Version (1994). Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils / Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry.	---	mg/kg

L.C.: límite de cuantificación.

Ing. Mariju Tello Paucar
 Director Técnico
 C.I.P. N° 219624
 Servicios Analíticos Generales S.A.C.

**EXPERTS
WORKING
FOR YOU**

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de preservabilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorios: Av. Naciones Unidas N° 1566 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
 • Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Página 1 de 3



INFORME DE ENSAYO N° 163942-2022 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
Matriz analizada	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
Fecha de muestreo	2022-07-01	2022-07-01	2022-07-01
Hora de inicio de muestreo (h)	09:30	10:10	11:35
Condiciones de la muestra	Refrigerada/Preservada	Refrigerada/Preservada	Refrigerada/Preservada
Descripción del Punto de Muestreo	Altura Quilulcocha (PK.127.000)	Unish (PK.112.000)	Shelby (PK.106.400)
Código del Cliente	P1	P2	P3
Código del Laboratorio	22070260	22070261	22070262
ENSAYO ACREDITADO ANTE INACAL-DA (SEDE LIMA 1)			
Ensayo	L.D.M.	Unidades	Resultados
Metales totales			
Litio (Li)	0.00006	mg/L	0.01273
Berilio (Be)	0.00001	mg/L	0.00049
Boro (B)	0.0002	mg/L	0.0081
Sodio (Na)	0.003	mg/L	0.560
Magnesio (Mg)	0.004	mg/L	7.685
Aluminio (Al)	0.004	mg/L	7.024
Silicio (Si)	0.004	mg/L	6.894
Silice (SiO ₂)	0.008	mg/L	14.754
Silicato (SiO ₂)	0.01	mg/L	18.68
Fosforo (P)	0.002	mg/L	<0.002
Potasio (K)	0.007	mg/L	0.231
Calcio (Ca)	0.004	mg/L	165.368
Titanio (Ti)	0.0005	mg/L	0.00483
Vanadio (V)	0.00004	mg/L	0.00025
Cromo (Cr)	0.002	mg/L	0.0036
Manganeso (Mn)	0.0001	mg/L	1.014029
Hierro (Fe)	0.0005	mg/L	45.88738
Cobalto (Co)	0.00006	mg/L	0.005991
Niquel (Ni)	0.0002	mg/L	0.01680
Cobre (Cu)	0.001	mg/L	1.6119
Zinc (Zn)	0.0005	mg/L	3.91342
Gallo (Ga)	0.0002	mg/L	0.00189
Germanio (Ge)	0.0002	mg/L	0.00076
Arsenico (As)	0.0001	mg/L	0.08219
Selenio (Se)	0.002	mg/L	<0.002
Rubidio (Rb)	0.0002	mg/L	0.00168
Estroncio (Sr)	0.0001	mg/L	0.42966
Zirconio (Zr)	0.0002	mg/L	0.00019
Niobio (Nb)	0.0001	mg/L	0.00019
Molibdeno (Mo)	0.0005	mg/L	0.00016
Plata (Ag)	0.0002	mg/L	0.00228
Cadmio (Cd)	0.0002	mg/L	0.01622
Indio (In)	0.0002	mg/L	0.00222
Estañio (Sn)	0.0004	mg/L	<0.0004
Antimonio (Sb)	0.0001	mg/L	0.0025
Cesio (Cs)	0.0002	mg/L	0.00096
Bario (Ba)	0.0002	mg/L	0.02517
Lantano (La)	0.00002	mg/L	0.004535
Cerio (Ce)	0.00004	mg/L	0.008596
Terbio (Tb)	0.0001	mg/L	0.00020
Lutecio (Lu)	0.00001	mg/L	0.000091
Tantalio (Ta)	0.0001	mg/L	0.00004
Wolframio (W)/ Tungsteno	0.0002	mg/L	0.00012
Mercurio (Hg)	0.0002	mg/L	<0.0002
Talio (Tl)	0.0002	mg/L	0.00107
Plomo (Pb)	0.001	mg/L	0.1398
Bismuto (Bi)	0.00004	mg/L	0.004998
Torio (Th)	0.00005	mg/L	0.005174
Uranio (U)	0.00002	mg/L	0.003295

Cod. FI 002 / Versión 10 / F.E. - 06/2022

EXPERTS WORKING FOR YOU

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento solo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de preservación del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clarinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
 • Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com



INFORME DE ENSAYO N° 163942-2022 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Suelo	Suelo	Suelo
Matriz analizada	Suelo	Suelo	Suelo
Fecha de muestreo	2022-07-01	2022-07-01	2022-07-01
Hora de inicio de muestreo (h)	09:35	10:15	11:40
Condiciones de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada
Descripción del Punto de Muestreo	Altura Quilacocha (PK.127.000)	Uajsh (PK.112.000)	Shelby (PK.186.400)
Código del Cliente	P1	P2	P3
Código del Laboratorio	22070263	22070264	22070265
ENSAYO ACREDITADO ANTE INACAL-DA (SEDE LIMA 1)			
Ensayo	L.D.M.	Unidades	Resultados
Metales			
Plata (Ag)	0.05	mg/kg	39.34
Aluminio (Al)	1.4	mg/kg	3583.4
Arsénico (As)	0.17	mg/kg	842.65
Boro (B)	0.2	mg/kg	<0.2
Bario (Ba)	0.23	mg/kg	114.91
Berilio (Be)	0.021	mg/kg	0.108
Calcio (Ca)	2.4	mg/kg	4576.6
Cadmio (Cd)	0.03	mg/kg	20.34
Cerio (Ce)	0.3	mg/kg	<0.3
Cobalto (Co)	0.05	mg/kg	4.53
Cromo (Cr)	0.05	mg/kg	3.36
Cobre (Cu)	0.07	mg/kg	379.52
Hierro (Fe)	0.24	mg/kg	>40000
Mercurio (Hg)	0.10	mg/kg	8.78
Potasio (K)	3.5	mg/kg	470.3
Litio (Li)	0.3	mg/kg	1.0
Magnesio (Mg)	3.7	mg/kg	267.7
Manganeso (Mn)	0.08	mg/kg	347.36
Molibdeno (Mo)	0.14	mg/kg	<0.14
Sodio (Na)	3.9	mg/kg	164.3
Níquel (Ni)	0.06	mg/kg	4.93
Fósforo (P)	0.3	mg/kg	696.3
Plomo (Pb)	0.08	mg/kg	3373.40
Antimonio (Sb)	0.22	mg/kg	168.80
Selenio (Se)	0.4	mg/kg	<0.4
Estaño (Sn)	0.10	mg/kg	9.07
Estroncio (Sr)	0.07	mg/kg	25.03
Titanio (Ti)	0.03	mg/kg	109.33
Talio (Tl)	0.4	mg/kg	2.92
Vanadio (V)	0.05	mg/kg	30.94
Zinc (Zn)	0.23	mg/kg	1161.53

L.D.M.: límite de detección del método.

Resultados de Suelo reportados en base seca.

Lima, 14 de Julio del 2022.

EXPERTS WORKING FOR YOU

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de preservabilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, falsede o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorios Av. Naciones Unidas N° 1585 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima y Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima
 • Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

Procedimiento de validación y confiabilidad



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO "JUICIO DE EXPERTOS"

I. DATOS PERSONALES

- APELLIDOS Y NOMBRES DEL EXPERTO: Medina Sánchez, Galy Wilfredo
- GRADO ACADÉMICO: Titulado en Ingeniería Metalúrgica
- CARGO E INSTITUCIÓN DONDE LABORA: Compañía de Minas Buenaventura SAA
- TITULO DE LA INVESTIGACIÓN: "Evaluación de los impactos ambientales negativos que afectan a los factores ambientales producto al material piritoso que contiene la vía férrea en los Distrito De Simón Bolívar, Tinyahuarco y Vicco de la provincia de Pasco, 2021"
- AUTOR DEL INSTRUMENTO: Bach. Nataly Magay VICENTE MALPARTIDA
- NOMBRE DEL INSTRUMENTO: FICHAS DE OBSERVACIÓN

II. ASPECTOS DE EVALUACIÓN

Después de haber leído las matrices de consistencias de variables; y analizando los ítems del instrumento correspondiente lea Ud. Las siguientes preguntas, dándole un puntaje para su validez marcando los números de puntaje del cuadro según considere (1. Completamente en desacuerdo 2. En desacuerdo 3. De acuerdo 4. Completamente de acuerdo)

N°	Indicadores/Criterios: Preguntas	1	2	3	4	Observaciones
1	Claridad: Está formulado con lenguaje apropiado				X	
2	Objetividad: Esta expresado en conductas observadas				X	
3	Actualidad: ¿El instrumento de recolección de datos mide correctamente los indicadores?				X	
4	Organización: ¿Existe una organización lógica entre (variables e indicadores)?			X		
5	Suficiencia: ¿Los instrumentos son suficientes para las mediciones de todos los indicadores?				X	
6	Intencionalidad: Es adecuado para valorar aspectos sobre la comprensión espacial en relación a las capacidades de define, identifica, señala y ubica				X	
7	Consistencia: ¿Los objetivos y variables están formulados de forma que puedan ser medibles y comprobados?				X	
8	Coherencia: ¿Hay coherencia entre las variables, dimensiones e indicadores?				X	
9	Metodología: ¿La estrategia responde al propósito de la investigación?				X	
10	Actualidad: ¿Es adecuado el avance de la ciencia y tecnología y la experiencia del tesista?				X	
	TOTAL			3	36	
	TOTAL GENERAL				39	

Opinión de aplicabilidad: Ninguna

.....
.....


GALY WILFREDO MEDINA SANCHEZ
Ingeniero Metalurgista
Reg CIP N° 265437



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL
FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO "JUICIO DE EXPERTOS"

I. DATOS PERSONALES

- a. APELLIDOS Y NOMBRES DEL EXPERTO: Haydee Hirénia Acuña Pittman
- b. GRADO ACADÉMICO: Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales
- c. CARGO E INSTITUCIÓN DONDE LABORA: Gerente de Proyectos "Consultora Servicios Integrales en Proyectos Ambientales"
- d. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: "Evaluación de los impactos ambientales negativos que afectan a los factores ambientales producto al material piritoso que contiene la vía férrea en los Distrito De Simón Bolívar, Tinyahuarco y Vicos de la provincia de Pasco, 2021"
- e. AUTOR DEL INSTRUMENTO: Bach. Nataly Magay VICENTE MALPARTIDA
- f. NOMBRE DEL INSTRUMENTO: FICHAS DE OBSERVACIÓN

II. ASPECTOS DE EVALUACIÓN

Después de haber leído las matrices de consistencias de variables; y analizando los ítems del instrumento correspondiente lea Ud. Las siguientes preguntas, dándole un puntaje para su validez marcando los números de puntaje del cuadro según considere (1. Completamente en desacuerdo 2. En desacuerdo 3. De acuerdo 4. Completamente de acuerdo)

N°	Indicadores/Criterios: Preguntas	1	2	3	4	Observaciones
1	Claridad: Está formulado con lenguaje apropiado				X	
2	Objetividad: Esta expresado en conductas observadas				X	
3	Actualidad: ¿El instrumento de recolección de datos mide correctamente los indicadores?				X	
4	Organización: ¿Existe una organización lógica entre (variables e indicadores)?			X		
5	Suficiencia: ¿Los instrumentos son suficientes para las mediciones de todos los indicadores?			X		
6	Intencionalidad: Es adecuado para valorar aspectos sobre la comprensión espacial en relación a las capacidades de define, identifica, señala y ubica				X	
7	Consistencia: ¿Los objetivos y variables están formulados de forma que puedan ser medibles y comprobados?				X	
8	Coherencia: ¿Hay coherencia entre las variables, dimensiones e indicadores?				X	
9	Metodología: ¿La estrategia responde al propósito de la investigación?			X		
10	Actualidad: ¿Es adecuado el avance de la ciencia y tecnología y la experiencia del tesista?				X	
	TOTAL			9	28	
	TOTAL GENERAL				37	

Opinión de aplicabilidad: Ninguna


HAYDEE HIRÉNIA ACUÑA PITTMAN
INGENIERA AMBIENTAL
Y DE RECURSOS NATURALES
Reg. CIP N° 182876



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO "JUICIO DE EXPERTOS"

I. DATOS PERSONALES

- a. APELLIDOS Y NOMBRES DEL EXPERTO: HUANCA PAMPAMALLCO Luis Enrique
- b. GRADO ACADÉMICO: Ingeniero Ambiental
- c. CARGO E INSTITUCIÓN DONDE LABORA: SERVICIOS INTEGRALES EN PROYECTOS AMBIENTALES SAC
- d. TITULO DE LA INVESTIGACIÓN: "Evaluación de los impactos ambientales negativos que afectan a los factores ambientales producto al material piritoso que contiene la vía férrea en los Distrito De Simón Bolívar, Tinyahuarco y Vicco de la provincia de Pasco, 2021"
- e. AUTOR DEL INSTRUMENTO: Bach. Nataly Magay VICENTE MALPARTIDA
- f. NOMBRE DEL INSTRUMENTO: FICHAS DE OBSERVACIÓN

II. ASPECTOS DE EVALUACIÓN

Después de haber leído las matrices de consistencias de variables; y analizando los ítems del instrumento correspondiente lea Ud. Las siguientes preguntas, dándole un puntaje para su validez marcando los números de puntaje del cuadro según considere (1. Completamente en desacuerdo 2. En desacuerdo 3. De acuerdo 4. Completamente de acuerdo)

Nº	Indicadores/Criterios: Preguntas	1	2	3	4	Observaciones
1	Claridad: Está formulado con lenguaje apropiado				X	
2	Objetividad: Esta expresado en conductas observadas				X	
3	Actualidad: ¿El instrumento de recolección de datos mide correctamente los indicadores?				X	
4	Organización: ¿Existe una organización lógica entre (variables e indicadores)?				X	
5	Suficiencia: ¿Los instrumentos son suficientes para las mediciones de todos los indicadores?			X		
6	Intencionalidad: Es adecuado para valorar aspectos sobre la comprensión espacial en relación a las capacidades que define, identifica, señala y ubica			X		
7	Consistencia: ¿Los objetivos y variables están formulados de forma que puedan ser medibles y comprobados?				X	
8	Coherencia: ¿Hay coherencia entre las variables, dimensiones e indicadores?				X	
9	Metodología: ¿La estrategia responde al propósito de la investigación?				X	
10	Actualidad: ¿Es adecuado el avance de la ciencia y tecnología y la experiencia del tesista?				X	
	TOTAL			6	32	
	TOTAL GENERAL				38	

Opinión de aplicabilidad: Ninguna

Luis Enrique Huanca Pampamallco
ING. AMBIENTAL Y DE RR. NN
CIP 182996

Fotografías Investigación realizada

VISTA DE LA PRESENCIA DE PIRITA EN UNA ALTURA DE 22 METROS



VISTA DE LA PRESENCIA DE PIRITA GENERANDO LIXIVIADOS



VISTA DE SUELO Y PASTOS AFECTADOS POR LIXIVIADOS DE MATERIAL PERITOSO



VISTA DE LA SUELO DE IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS



VISTA DE LA PRESENCIA DE PIRITA GENERANDO LIXIVIADOS



VISTA DE SUELO Y PASTOS AFECTADOS POR LIXIVIADOS DE MATERIAL PERITOSO



VISTA DE METRADO DE LUGARES IMPACTADOS POR LIXIVIADOS



VISTA DE METRADO DE LUGARES IMPACTADOS POR LIXIVIADOS

