



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Determinación de Trazas de Metales Pesados en Suelos  
Agrícolas Regados con Lixiviados de Cementerio a partir de  
Comparaciones**

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

**AUTORA:**

Mosquipa Chipana Roxana (ORCID: 0000-0003-0742-6891)

**ASESOR:**

Mgr. Reyna Mandujano Samuel Carlos (ORCID: 0000-0002-0750-2877)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA — PERÚ

2020

## DEDICATORIA

Esta tesis fue hecha con mucha dedicación y esfuerzo, especialmente a las personas más importantes en mi vida.

A ti padre mío que te fuiste y nos dejaste los mejores valores del mundo a ti te dedico mi tesis con el gran amor y decirte que siempre vivirás en mis pensamientos

A ti madre por enseñarme a que la humildad puede llegar a ser una persona de bien en todo los aspectos

A mi familia por estar unidos en las peores adversidades que este año nos tocó pasar.

A ti mi amor por acompañarme desde el primer momento de mi superación y estar ahí con tu apoyo incondicional, gracias a todos por creer en mí, para todos ellos dedico este esfuerzo.

## AGRADECIMIENTOS

Este presente trabajo de tesis fue hecho con mucha dedicación, agradecer a dios por darme salud durante todo este tiempo a pesar de la situación actual que nos tocó pasar a todos.

Agradecer también a mi familia por estar siempre a mi lado, ayudándome en mis éxitos y fracasos. A mi padre Celso Mosquipa Villacorta, agradecer por el apoyo moral que me dio para seguir adelante .Por creer siempre que iba a alcanzar mis objetivos trazados y por el cariño inmenso que me ofreció.

Para finalizar quisiera agradecer a mi asesor Samuel Reina Mandujano por sus conocimientos brindados durante estos 3 meses de asesoramiento.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	vi
I.INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III.METODOLOGÍA.....	14
3.1Tipo y diseño de la investigación.....	15
3.1.1 Tipo de investigación .....	15
3.1.2 Nivel de investigación. ....	15
3.1.2 Método y Diseño de la investigación.....	15
3.2 Variables y Operacionalización.....	17
3.2.1 Matriz de Consistencia.....	18
3.3 Población.....	19
3.3.1 Muestra.....	19
3.3.2 Muestreo.....	19
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	19
3.4.1 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	20
3.5 PROCEDIMIENTO .....	20
3.5.1 Toma de la muestra de suelo .....	20
3.5.2 Simulación de cultivo .....	21
3.6 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATO.....	23
3.7 ASPECTOS ÉTICOS.....	23
IV.RESULTADOS.....	24
4.1 Ubicación.....	25
4.2 Análisis Inicial de la Muestra.....	27
V.DISCUSIÓN.....	32
VI.CONCLUSIONES .....	35
VII .RECOMENDACIONES.....	37
REFERENCIAS.....	39
ANEXOS	

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 MUESTRA AGUAS ABAJO SUELO TESTIGO.....	27
TABLA 2 SUELO REGADO CON LIXIVIADOS DE CEMENTERIO AGUAS ABAJO .....	28
TABLA 3 AGUA DE LIXIVIADO .....	29
TABLA 4 SUELOS REGADOS POR 3 MESES CON LIXIVIADOS DE CEMENTERIO .....	30
TABLA 5 GRÁFICO COMPARATIVO DE METALES PESADOS EN CANTIDADES TRAZAS.....	31

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIG. 1: JAVA PARA SIMULACIÓN DE SEMBRÍO DE LECHUGA (FUENTE PROPIA).....	21
FIG.2: SIMULACIÓN DE SEMBRÍO DE LECHUGA (FUENTE PROPIA) .....	22
FIG.3: SIMULACIÓN DE LECHUGA ÚLTIMA FASE (FUENTE PROPIA .....	23
FIG.4: FUENTE: GOOGLE EAR .....	25
FIG.5: UBICACIÓN DEL LUGAR DE ESTUDIO (FUENTE: GOOGLE EAR).....	26

## RESUMEN

.El presente trabajo de investigación de tesis ,el objetivo fue determinar trazas de metales pesados en suelos agrícolas regados con lixiviados de cementerio a partir de comparaciones ,en el distrito de Poroy Cementerio Jardines de la Luz en el cual se analizaron los metales pesado como el Cromo,Cadmio,Plomo,Mercurio .Las muestras de suelo fueron obtenidas de el mismo suelo agrícola aguas abajo a una a 50 m del cementerio mencionado y otro aguas arriba del cementerio estos fueron mandados respectivamente al laboratorio y los resultados obtenidos fueron :En suelo testigo(aguas arriba) del cementerio no se obtuvieron valores trazas de ningún metal pesado ,en cuanto a los suelos agrícolas aguas abajo se obtuvieron resultados de Plomo 0.01 mg/Kg, Cadmio 0.01 mg/Kg, Cromo 0.00 y Mercurio 0.00, después pasados los tres meses que se hizo la simulación de sembrío porque el lugar era una limitante se hizo la simulación de sembrío de la lechuga se hizo el riego con el lixiviado durante tres meses solo en el suelo agrícola aguas abajo ya que aguas arriba no se obtuvieron cantidades trazas ,los resultados de los tres meses fueron los siguientes: Plomo 0.04 mg/Kg, Cadmio 0.04 mg/Kg, Cromo 0.01 y Mercurio 0.00.Lo cual llegamos a la conclusión que durante el regadío interdiario del lixiviado tomado del cementerio para hacer la simulación de sembrío los valores trazas de los metales pesados se incrementaron considerablemente durante los tres meses lo cual podríamos decir que con los años estos suelos podrían superan los límites máximos permisibles y contaminar los suelos agrícolas y estos ya no tendrían uso agrícola. Se recomienda realizar más muestras de distintas zonas de cultivo para ver cada cierto tramo cuanto están siendo afectados y las muestras que se realicen posteriormente proporcionen mayor valor a la elaboración de la tesis.

Palabras clave: Contaminación, Metales pesados, lixiviados, cementerio.

## ABSTRACT

The present thesis research work, the objective was to determine traces of heavy metals in agricultural soils irrigated with cemetery leachates from comparisons, in the district of Poroy Cementerio Jardines de la Luz in which heavy metals were analyzed Such as Chromium, Cadmium, Lead, Mercury. The soil samples were obtained from the same agricultural soil, one at 50 m from the aforementioned cemetery and another at 200 meters from the cemetery, these were sent respectively to the laboratory and the results obtained were: In control soil that we named it to the soil 200m away from the cemetery, no trace values of any heavy metal were obtained, as for agricultural soils 50 m away, Lead 0.01 mg / Kg, Cadmium 0.01 mg / Kg, Chromium 0.00 and Mercury 0.00, after three months after the simulation of sowing was done because the place was a limitation, the simulation of planting of lettuce was done and the irrigation was done With the leachate for three months only in the agricultural soil of 50 m and that of 200, no trace amounts were obtained, the results of the three months were the following: Lead 0.04 mg / Kg, Cadmium 0.04 mg / Kg, Chromium 0.01 and Mercury 0.00. Which we reached the conclusion that during the interday irrigation of the leachate taken from the cemetery to make the simulation of sowing, the trace values of heavy metals increased considerably during the three months, which we could say that over the years these soils they could exceed the maximum permissible limits and contaminate agricultural soils and these would no longer have agricultural use. It is recommended to carry out more samples from different growing areas to see each certain section how much they are being affected and the samples that are carried out later provide greater value to the elaboration of the thesis.

Keywords: Pollution, Heavy metals, leachate, cemetery.

# I. INTRODUCCIÓN

Tenemos muchos tipos de contaminación a nivel mundial pero casi la mayoría de países hace caso omiso a la contaminación que generan dichos cementerios estos al ser un almacigo de cadáveres que cumplen el ciclo de descomposición del cuerpo humano estos generan putrecina y cadaverina estos con nombre muy siniestro generan contaminación a cuerpos de aguas y suelos ,tal como la Escherichea Coli es un bacilo gran positivo que causa EDAS(enfermedades diarreicas agudas) al ser humano por la ingesta de alimentos contaminados regados con dichos lixiviados de estos cementeros que no hacen tratamiento de sus lixiviados(Tejera ,2017) .En Perú es uno de los países con gran contaminación por dichos cementerios , el tema que se llegó a profundizar que existen antecedentes escasos por la lixiviación de los féretros o ataúdes estos en su composición fabricación contienen aditivos tóxicos y también metales o piezas metálicas hechas con metales pesados estos al ser lixiviados desprenden cantidades trazas de metales pesados en su composición.(Tejera ,2017)

El problema que se identificó en el distrito de Poroy existen cementerios privados , como el cementerio Jardines de la luz ,la mayoría vierte su lixiviados sin previo tratamiento, aguas abajo del río Yanamayo existen cultivos de cosechas de papa ,lechuga ,habas ,entre otros con grandes hectáreas que riegan con estas agua contaminadas ,originándose así , un problema ambiental .

El cementerio jardines de la luz es un cementerio privado que tiene tres terrazas en los cuales en épocas de lluvias la cantidad de lixiviados son más abundantes las cuales estas son desviadas por canaletas por los pobladores de la zona y hacer uso de estos para su riego de cultivos, ya que con estos lixiviados la vegetación creció de manera favorable sus cultivos.

La población aledaña al cementerio de Poroy son afectados de manera indirecta en lo que concierne al suelo agrícola ya que los productos son regados con las aguas provenientes de lixiviados, no se sabría qué tipos de contaminantes existe en ellos, y el problema respectivo que nos plantearíamos es ¿Existen metales pesados en cantidades trazas en suelos agrícolas regados con lixiviados de cementerios a partir de comparaciones? ¿De qué manera afectaría a los suelos agrícolas la presencia de metales pesados en cantidades trazas procedente de lixiviados del cementerio jardines de la luz? Es por ello que la presente tesis que

se ha realizado con el fin de ver la comparación de suelos para determinar qué tipos de contaminantes existen en los suelos agrícolas del distrito de Poroy – Cusco, ya que el problema que atraviesa se debe a la presencia de lixiviados procedentes del cementerio jardines de la luz, estos lixiviados van directamente al río Yanamayo, aguas abajo son utilizados para el riego de cultivos de tallo corto como a lechuga.

Por ello se da a conocer los contaminantes presentes en los suelos agrícolas del distrito de Poroy, ya que la presencia de lixiviados puede causar problemas a los suelos agrícolas ya que este cementerio es un camposanto con 3 terrazas y se sabe que los ataúdes en su composición contienen metales pesados que se desprenden al ser lixiviados en épocas de lluvias. Por lo siguiente nuestro objetivo principal fue Determinar trazas de metales pesados en suelos agrícolas regados con lixiviados de cementerios a partir de comparaciones, seguidamente de nuestros objetivos específicos como : Analizar los parámetros fisicoquímicos referente a cantidades trazas de metales pesados, Determinar cantidades trazas de metales pesados presentes en suelos contaminados por lixiviados, Analizar los metales pesados en cantidades trazas del suelo afectado por lixiviados de cementerios, Confrontar los resultados obtenidos de metales pesados en cantidades trazas en suelo aguas arriba y suelo contaminado por lixiviados aguas abajo y por consiguiente la hipótesis general planteada sería; los lixiviados de los cementerios aportan metales pesados en cantidades traza a los suelos agrícolas y la hipótesis específica sería , el lixiviado del cementerio cuando se mezclan en el río Yanamayo aportan metales pesados en cantidades trazas a los suelos agrícolas

La tesis también está compuesta por los antecedentes por ende manifiesta Amarilla Espinola José Ariel y colaboradores (2018):, la problemática de este cementerio es que está a una zona aledaña de viviendas que tienen como recurso de aguas subterráneas para su consumo ,por el cual el objetivo del trabajo fue determinar el grados de contaminación microbiológica de agua de consumo de las viviendas cercanas por lixiviados a causa de las descomposición de los cadáveres ,así se aplicó un cuestionario a los pobladores de 44 viviendas y se determinó las fuentes de consumo de agua después los análisis fisicoquímicos fueron realizados por medición de pH , turbidez, conductividad y sólidos disueltos y los microbiológicos fueron por filtración de membranas y cultivo de placas Petri para ver los coliformes totales y fecales, las 13 muestras de los pozos determinaron la existencia de coliformes totales y fecales y la elevada cantidad de microorganismos que posiblemente podría deberse a la presencia de lixiviados de dicho cementerio y podría provocar daños a la salud pública .Para Cardozo Néstor (2016): el objetivo principal fue mejorar las condiciones adecuadas de un cementerio en cuanto a la infraestructura ,propusieron un área exclusiva de rezo e implementación de un iglesia en el mismo cementerio para que las personas se sientan a gustas de venir a visitar y rezar a sus difuntos ,en cuanto a los efectos ambientales que pueda traer por la construcción de dicho cementerio no hay población afectada ya que se encuentra muy lejos del lugar y no hay cuerpos hídricos subterráneas presentes , así mismo este proyecto es aprobado ya que la demanda de camposantos es cada mes más .

## **II. MARCO TEÓRICO**

En la investigación de Vann Allemann et al (2019), en su investigación relata que los ataúdes de los cementerios siempre llegan a corroerse, el objetivo de este proyecto fue determinar si los materiales enterrados se corroen y se filtran al agua subterránea en condiciones controladas de laboratorio. Realizaron la investigación en un laboratorio con la simulación de temperaturas típicas de Sudáfrica la cual el objetivo de la simulación fue determinar si los metales utilizados en la fabricación de ataúdes se podrían corroer y filtrar a aguas subterráneas, se utilizaron muestras de suelo como arcilla ,limo y arena para la simulación en tres tipos de contenedores estas fueron expuestas a temperaturas y lluvias como de Sudáfrica , pusieron en cantidades calculadas como de un ataúd como son las bisagras, tornillos ,mangos de plástico, varillas de aluminio y adornos de plástico cada uno con su peso calculado. Se observó que los metales pesados se corroeron y se movilizaron pero cada uno reaccionó distinto en cada tipo de suelo que se les proporcionó, en el suelo que tuvieron mayor movilidad fueron en el suelo de arcilla y el metal pesado con mayor corrosión fue el Zn más que los otros metales pesados esto quiere decir que es un problema para la salud pública y el medio ambiente, se recomienda hacer un monitoreo de las aguas subterráneas cercanas a los cementerios.

Según Carter K et al (2019) .Existe un cementerio antiguo de africanos esclavizados en 1991 , estos restos óseos fueron removidos y fueron enterrados nuevamente en el 2003, aquí se hicieron la evaluación con tecnología moderna de espectrometría de fluorescencia de rayos x portátil de metales pesados trazas de As, Cu y Zn, se analizó 65 muestras de suelo el valor más resaltante de esta muestra fue de Ca ,se supone que es debido al consumo de agua ,en cuanto a los metales pesados como de As,Cu y Zn los valores fueron bajos es decir trazas pero hay presencia de estos metales en los suelos que hoy en día ya no pueden ser muestreados ya que encima de ellos se construyeron ,se llegó a la conclusión que la presencia de los metales pesados en los cementerios de los esclavos africanos ,enterraron a su seres queridos con todo tipo de herrajes o metales que al descomponerse el cuerpo y lixiviarlo se podría encontrar en el suelos presencia de valores trazas de dichos metales pesados ya mencionados.

En la investigación *Cemeteries heavy metals concentration analysis of soils and the contamination risk for the surrounding resident population*, el objetivo fue cuantificar la contaminación de los metales pesados de los suelos del cementerio de Carazinho-RS, Brazil. el método a utilizar fue el de Red Triangular Irregular los cuales se cavaron profundidades de 0-20 y 20-40 cm a 100 m de distancia los resultados fueron que los metales pesados sobrepasaron los límites máximos permisibles en cuanto al Cobre cabe resaltar que los valores del Hierro, Magnesio y plomo también fueron elevados lo que la población cercana a la zona estaría siendo afectado, en conclusión estos cementerios de Carazinho-RS, Brasil afectan la población cercana el suelo y las aguas subterráneas esta se podría decir que es la primera investigación en la que se puede presenciar los impactos ambientales alrededor de una población, así fue la contaminación superando un radio de 400 m, según Alcindo Neckel et al (2016). *Cemeteries heavy metals concentration analysis of soils and the contamination risk for the surrounding resident population*, Vol. 6, 30-35.

La organización mundial de la salud hizo un análisis sobre como contaminan las napas freáticas de los ataúdes de madera, referentemente en cuanto a la descomposición de cadáveres de los cementerios y los lixiviados que son infiltrados por la napa freática contaminando aguas subterráneas hay investigaciones que si afectan a la población debido a su consumo ya que estos lixiviados contienen putresina, cadaverina y Escherichia Coli en su descomposición las cuales causan enfermedades diarreicas agudas y mientras investigación de procesos químicos como de metales pesados se presentó en OHIO USA mostro niveles altos de metales pesados como el Cu, Fe, Pb y Zn en suelos de cementerios pero a profundidades de las cuales fueron puestas los ataúdes haciendo énfasis de que podrían ser a causa de los herrajes o adornos metálicos que están presentes en los ataúdes también relacionaron con el proceso de fabricación de los ataúdes como selladores barnices ceras entre otros que en su composición pueden contener en cantidades mínimas metales pesados ya mencionados lo que se sugiere productos en su fabricación de menos

toxicidad para la elaboración de dichos ataúdes o productos orgánicos biodegradables.

Otro antecedente de IDEHEN, Osabuohien et al (2020) ,realizo la comparación de aguas subterráneas en vertederos y cementerios utilizando el análisis físico químico del agua en Metrópolis Behin, Nigeria , el método que utilizo es el de resistividad eléctrica, los vertederos y los cementerios cercanos a las zonas residenciales humanas de las que depende específicamente de las aguas subterráneas, los resultado obtenidos fueron mínimos los cuales las aguas subterráneas podrían ser de uso doméstico para los residentes de la zona lo cual si se encontró una mínima contaminación pero no podría afectar en la salud de dicha población.

Según Kaczmarek, B (2019) ,el objetivo fue caracterizar e identificar la contaminación de metales pesados en Polonia a causa de los entierros en fosas comunes en la primera y segunda guerra mundial, los entierros en las fosas comunes los soldados fueron enterradas con su uniforme estos tenían insignias, botones ,cascos y armas ,estos al lixiviarse causaron problemas al medio ambiente ,y llegaron a aguas subterráneas y llegar a saturarse con metales pesados ,estos se encuentran cerca de asentamientos humanos y ríos , las muestras tomadas en las fosas comunes los resultados mostraron que los metales pesados estudiados como el Cu, Ni, Zn, Cr y Cd todos los metales pesados excedieron sus valores en cuanto a su límites máximos permisibles pero el metal pesado con valor más alto fue el Zinc

Otra investigación, según NAMBEYE A (2017) , la investigación fue en la ciudad de Lusaka Zambia con respecto a la contaminación de aguas subterráneas de metales pesados por vertidos inadecuados de industrias, el objetivo fue evaluar la contaminación de las aguas subterráneas por metales pesados por industrias y vertederos ilegales , se realizó entrevistas ,encuestas a fuentes clave para proporcionar información fidedigna , en épocas seca y húmeda los metales pesados de Cr ,Cd, Fe, Cu y Pb estuvieron presentes en todos los muestreos realizados , se recomienda hacer monitoreos para que no empeore la contaminación de metales pesados de dicho lugar .

Por otro lado Briggs, E.D (2015) ,en la investigación que realizaron acerca de los cementerios y los cultivos de hongos en la zona ,el objetivo de esta investigación es ver la contaminación que existe en los hongos y el suelo, se sabe que los hongos crecen en lugares contaminados a causa de los embalsamientos que se practican en la zona a fines de siglo XIX.se recolectaron ocho muestras de suelo y 3 del área de control en Lewinston,Auburn,Sabattus y Topsham y así poder presenciar la bioacumulación del metal pesado de As en hongos y suelo, debido a las prácticas de embalsamiento en la guerra civil para enviar a sus parientes cuerpos de soldados caídos a causa de la guerra ,estos cementerios hizo entender que el metal pesado más presente en los hongos es el As que es el metal para preservar los cuerpos .se recolectaron muestras de hongos y suelos en trece lugares en ocho cementerios se encontraron hongos en los restantes no , los resultados salieron que la mayor concentración de As estuvo presente en el suelo que en el hongo .

EL autor Lozano Caballero Grecia y colaboradores (2016): ,la ubicación exacta es en Chiapas ciudad de México donde fue clausurado el relleno sanitario del lugar lo cual el objetivo de este trabajo fue ver de qué manera se podría tratar los lixiviados de residuos sólidos del lugar viendo el problema latente la contaminación de aguas subterráneas y superficiales del lugar ,se hizo la respectiva evaluación biológica para ver el potencial biológico en el tratamiento de los lixiviados, durante ocho meses se hizo el monitoreo respectivo del biofiltro con material de empaque de residuos estabilizados el cual dio resultados positivos , hubo remoción de DQO un 60% y 90% en cuanto al color ,estos biofiltros pueden ser de uso para un pre tratamiento de residuos sólidos, ya que estos biofiltros fueron hechos con los mismos residuos sólidos lo que nos haría revalorar .Además Almonacid Beltrán Olga Lucia (2019) , para el caso de Bogotá ,aquí plantearon el manejo de residuos líquidos de la morgue de la ciudad de Bogotá ,por la necesidad de un adecuado manejo de dicho lixiviados ya que pueden causar impacto ambiental en cuanto a la salud pública, la ciudad de Colombia analiza que la cantidad de población disminuye cada año esto quiere decir que hay más muertes lo que conlleva a cantidades más grandes de lixiviados, se propuso realizar un inventario de patógenos para que así agilizaran la identificación de cadáveres antes del proceso de lixiviado .

Para Quinteros Ramírez Alejandro y colaboradores (2017) ,la eliminación de residuos sólidos de forma inadecuada ya es una gran preocupación en todos los países del mundo este artículo muestra que los suelos tropicales pueden ser severamente afectados ,tomaron muestra de suelo del relleno sanitario que esta casi 15 años y un suelo no contaminado mostraron mediante un ensayo de laboratorio que los lixiviados de dicho relleno sanitario cambio significativamente las propiedades físico-químicas y estructurales del suelo, pues propósito del trabajo fue hacer ver a las autoridades pertinentes sobre el mal manejo de los residuos sólidos.

Por otro lado Massone Héctor y colaboradores (2016) .Caso de estudio Mar de Plata, esta ciudad se abastece de agua subterránea y su prioridad es evitar la contaminación de este recurso con medios como mapeo de ArGis, para ello se clasifico a industrias , lagunas de efluentes , disposición final de residuos sólidos este inventario permitió representar una aproximación a la valoración potencial de contaminación esto se debe seguir realizando cada cierto tiempo para ser analizada y discutida para lograr mayor precisión en los resultados.

Así mismo .Valderrama medina y colaboradores (2016), se logró ver diferentes aspectos fisicoquímicos RSAV en dos épocas .En dicha época de estiaje se incrementó dicha concentración de contaminantes distinta a la época de lluvia, lo que podemos decir que afecta las condiciones ambientales de la zona y la característica de los residuos sólidos.

En la metodología se confirmó el pH fue de 3.19 y de sulfato ferroso fueron de 1645,55 mg/l ,pero en la época de estiaje el pH fue de 3,26 y de sulfato ferroso fue de 1788,61mg/L, la biodegradabilidad de los lixiviados mejoro en época de lluvia como de estiaje pero igual sugieren que el proceso del fenton debe ser óptimo para tener mejor resultado de lixiviado con buenas características biodegradables , en el siguiente caso Silvia Fernández y colaboradores (2016) vieron un gran problema que los rellenos sanitarios de Colombia iban contaminando ríos y afluentes de distintas zonas donde se encontraban los rellenos sanitarios y había un inapropiado tratamiento de dichos lixiviados por tanto plantearon el mantenimiento de dichas zonas, a partir de estas consideraciones se evaluaron tratamientos de lixiviados lo que permitió hacer un

sistema de osmosis inversa que dieron buenos resultados para remover los contaminantes como son metales pesados. Otra investigación realizada por Cruz López y colaboradores (2018) , explican a causa del relleno sanitario estos lixivian plomo ,vanadio que son causantes de la contaminación en el lugar lo cual proponen una fitorremediación en los suelos afectados por dichos lixiviados ,esta planta llamada Chrysopogon zizanioides es una planta capaz de absorber estos metales pesados con la ayuda de ácidos orgánicos , realizaron la prueba haciendo la plantación respectiva en el lugar afectado por 40 días se observó que la planta absorbió en sus raíces y hojas por mayor cantidad el vanadio , talio y plomo encontrando resultados favorables al estudio respectivo .Por otro lado Pozo J, García ,J.A y: Estimación del caudal medio de lixiviados generados en el vertedero de Viñales , Pinar del Rio .El mayor problema sigue siendo la disposición final de los residuos sólidos ,la preocupación en cuanto a los rellenos sanitarios ya que estos en épocas de lluvia son los que más afectan y lixivian gran cantidad y estos van a parar a los suelos que a su vez contaminan las aguas superficiales y subterráneas, lo que propusieron fue hacer un trabajo con el objetivo de hacer el cálculo de cuanto lixiviado generaba dicho relleno sanitario utilizaron el modelo Suizo examinando la precipitación medio anual de estimación de lixiviados obteniendo resultados del lixiviado de 129,6m<sup>3</sup> por mes del vertedero municipal de Viñales .Así mismo Escobar Basivilvaso, Mauro Sebastián (2016) ,aquí plantea que el mayor problema es el crecimiento de la población un problema antrópico preocupante ,esto requiere una demanda de muchas construcciones de cementerios para los habitantes fallecidos así contaminando aguas superficiales y subterráneas ,el problema también que aqueja son las miles de toneladas de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos que se genera y gente aledaña por escasos recursos económicos tienen la necesidad de vivir prácticamente a la zona aledaña al cementerio poco aptos para habitar .Otro investigación realizada por Guardiola Márquez ,Carlos Esteban y colaboradores (2019), aquí el gran problema es el consumo excesivo de fertilizantes a las cosechas de dichos alimentos como tomate ,frijol, calabaza y sandia lo cual propusieron hacer fertilizante natural a base de lombrices llamada vermicomposta , esto consiguiéndose de la siguiente manera del líquido que resulta del paso del agua por un sistema donde estas producen vermicomposta,

generado por proceso de descomposición de sustancias orgánicas de alta energía ,cuatro tratamientos fueron evaluados los cuales demostraron que en las plantas de sandía se vieron resultados significativos las plantas mucho más altas con más números de hojas y así se pudieron reducir significativamente el uso de fertilizantes en un 35 %.Así también Lazo Arévalo Mabel (2017) ,el problema a analizar fue la contaminación por lixiviados en aguas subterráneas del cementerio general de Pucallpa en el cual los 6 pozos subterráneas tubulares tenía un indicio de contaminación por dicho lixiviado afectando a la población aledaña por consumo , lo cual se hizo el respectivo análisis físico –químico de los 5 pozos ,los cuales 1 de los pozos que es de Jr. Vargas Guerra se encontraban dentro de los LMP y dos de ellos sobrepasaron los valores que se hicieron mediante el recuento de placas y esta contaminación este influenciada por las sepulturas aledañas al lugar .De tal modo Carrizales Lucio Ticona (2020), el incremento de la población hoy en día es un gran problema ya que con el crecimiento poblacional genera a su vez gran cantidad de residuos sólidos y son destinados a rellenos sanitarios o botaderos es el caso de la población de Cancharani-Puno esto fue de gran preocupación ya que con las precipitaciones pluviales aumento la cantidad de lixiviados ,se hicieron dos respectivas muestras de suelo para evaluar cuanto afecta estos lixiviados en el suelo y en las aguas que utilizan para regadíos de cosechas ,regadíos de parques , se compararon resultados de la muestra 1 y 2 en el cual en la muestra 1 se vio que las aguas no fueron afectadas por los lixiviados mientras que en la muestra 2 se observó un color amarillento por presencia del lixiviado el cual demuestra el efecto ambiental negativo de los lixiviados cerrados en el botadero de Puno y no sería apto para riego de vegetales por que a largo plazo podría provocar la degradación del suelo y desertificación .

Seguido Alcántara Juan Florian (2016) : Se evaluó los riesgos ambientales del cementerio para lograr conocer la situación actual y proponer técnicas de mitigación y dar las recomendaciones necesarias para un mejor manejo de dicho lugar, se procedió a un análisis en cuanto al entorno humano,ecológico,natural y socioeconómico para ver las posibles consecuencias lo que se encontró proceso de lixiviado de residuos orgánicos (como flores )inorgánicos( cartones botellas entre otros ),emisiones gaseosas proveniente de la acción de prender velas a

sus difuntos ,exhumación, residuos de construcción,aguas estancadas que provocan la llegada de vectores , propusieron soluciones : impermeabilización de suelos para evitar lixiviados de cadáveres, colocar depósitos adecuados para los residuos ,reciclaje, iluminación del cementerio ,la reubicación a una zona donde no se exponga la población aledaña.

En cuanto a la investigación de Díaz Fonseca Benny U (2019),en el distrito de San Pablo de la ciudad de Tarapoto ,el manejo de los botaderos es una preocupación actual hoy en día lo cual se hizo una investigación de los lixiviados de dichos botaderos cuyo objetivo principal fue la evaluación de la contaminación de los suelos por lixiviados del botadero de San Pablo ,se analizaron en laboratorio los siguientes metales pesados como el Cadmio,Plomo,Cromo estas muestras fueron obtenidas del suelo y enviadas al laboratorio para su respectivo análisis .fueron tres puntos de muestreo en el lugar central del botadero de suelo agrícola se logró presenciar la existencia de los metales pesados como Cadmio, Plomo y cromo pero no se presenció el cromo VI ,lo cual según los ECAS( Estándares de Calidad Ambiental) los valores del Cadmio supero los valores en los tres puntos de muestreo en cuanto al Plomo y Cromo en los tres puntos muestreados no superan los estándares de calidad en cuanto a suelos agrícolas

### **III. METODOLOGÍA**

### 3.1 Tipo y diseño de la investigación

#### 3.1.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación que se realizó fue la aplicada, nuestra supuesta hipótesis sería que existe contaminación por metales pesados en cantidades traza en el cementerio jardines de la luz por ese motivo se hará la tesis para poder tener respuestas a nuestros problemas planteados trataremos de conocer las causas y consecuencias de dicha contaminación con algunos antecedentes encontrados y así dar alguna solución al problema mencionado, según Hernández Fernández C y Batista P (2014)

#### 3.1.2 Nivel de investigación.

El lixiviado que emana de los ataúdes están correlacionadas con la presencia de metales pesados en cantidades trazas que podrían haber en las zonas de cultivo, y la causa de esto sería por la contaminación de los lixiviados que vierte este cementerio y estos desvían sus aguas para riego de cultivo agrícola por esta razón es correlacional – causal , según, Hernández Escobar A, Ramos Rodríguez M et al ,2018.

#### 3.1.2 Método y Diseño de la investigación

- Método de la investigación

El método fue de análisis de laboratorio por que observamos paso a paso como es que se llegó al problema planteado y poder ver los efectos que podrían causar en cuanto a los suelos agrícolas por dicha contaminación de lixiviados.Segun.Cabezas Mejía ,Andrade Naranjo et al,2018

- Diseño de la investigación

El diseño de investigación es no experimental por que no se podrá manipular ninguna de las variables dichas en el proyecto de tesis, pero si se hará la respectiva observación para después hacer los respectivos análisis de suelos. Según Cohen Néstor, Gómez Rojas Gabriela .2019

Será un diseño transversal porque solo nos limitaremos a observar y ver la realidad del problema tal como se da, Según Placencia López B (2018)

### 3.2 Variables y Operacionalización

TIPO DE VARIABLES	VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Independiente	Determinación de trazas de metales pesados	Los metales pesados son conocidos por ser persistentes en el cuerpo humano, para los cuales los períodos de excreción pueden durar décadas; estos pueden conducir a una amplia gama de efectos tóxicos, como carcinogénicos, mutagénicos y teratogénicos	Análisis Evaluación Confrontación	Mercurio Cromo Plomo Cadmio	mg/Kg mg/Kg mg/Kg mg/Kg
Dependiente	Comparación de suelos	Compuesto sólido que en su contenido tiene materia orgánica, organismos y microorganismos y materia inorgánica, como agua, aire desde la superficie hasta sus capas profundas. (Ministerio del Ambiente 2016)	Kg		

### 3.2.1 Matriz de Consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables e Indicadores		
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ¿Existen metales pesados en cantidades trazas en suelos agrícolas regados con lixiviados de cementerios a partir de comparaciones?</li> <li>➤ ¿De qué manera afectaría a los suelos agrícolas la presencia de metales pesados en cantidades trazas procedente de lixiviados del cementerio jardines de la luz?</li> </ul>	<p><b>Objetivo principal</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Determinar trazas de metales pesados en suelos agrícolas regados con lixiviados de cementerios a partir de comparaciones.</li> </ul> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Analizar los parámetros fisicoquímicos referente a cantidades trazas de metales pesados</li> <li>➤ Determinar cantidades trazas de metales pesados presentes en suelos contaminados por lixiviados</li> <li>➤ Evaluar los efectos de los metales pesados en cantidades trazas en suelos regados por lixiviados de cementerios</li> <li>➤ Analizar los metales pesados en cantidades trazas del suelo afectado por lixiviados de cementerios</li> <li>➤ Confrontar los resultados obtenidos de metales pesados en cantidades trazas en suelo aguas arriba y suelo contaminado por lixiviados aguas abajo</li> </ul>	<p><b>Hipótesis general</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Los lixiviados de los cementerios aportan metales pesados en cantidades traza a los suelos agrícolas y la <b>Hipótesis específica</b></li> <li>➤ El lixiviado del cementerio cuando se mezclan en el río Yanamayo aportan metales pesados en cantidades trazas a los suelos agrícolas</li> </ul>	Variable dependiente: Comparación de suelos		
			Dimensiones	Indicadores	Escala
			Kg		
			Variable independiente: Determinación de trazas de metales pesados		
			Dimensiones	Indicadores	Escala
			Análisis	Mercurio Plomo Cromo	mg/Kg mg/Kg mg/Kg
Evaluación	Cadmio	mg/Kg			
Confrontación					

### 3.3 POBLACIÓN

Nuestra población fue los cultivos agrícolas cercanos al cementerio Jardines de la Luz, en dicho lugar observamos en las tres terrazas que desembocan aguas abajo al río Yanamayo el cual son desviados por los pobladores de dicha zona que se dedican exclusivamente a cultivo de suelos agrícolas y riegan dichos cultivos con los lixiviados de los cementerios, Según Baena Paz B (2017)

#### 3.3.1 Muestra

La muestra se realizó mediante un análisis de laboratorio de suelos agrícolas cercano al cementerio Jardines de la Luz, dos muestreos respectivos uno de suelos uno suelo aguas arriba y otro suelo regado con lixiviados aguas abajo de cementerio Jardines de la Luz para luego hacer el respectiva comparación de los parámetros físico químico de los suelos, Según, Ernesto A, Rodríguez Moguel .2018

#### 3.3.2 Muestreo

El muestreo es no Probabilístico, no comparten la probabilidad de formar parte de nuestra muestra, porque aquí el investigador seleccionara la muestra según su criterio. Según Néstor Cohen, Gabriela G (2019)

### 3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La técnica fue la observación, según Hernández et. al. (2018) debido a que en la presente investigación se tomó información de campo, esta misma se registró para luego ser procesada y analizada en laboratorio. Se considera observación directa cuando el investigador está en contacto personal con el hecho que trata de investigar y por ello se formularon instrumentos de medición para la recolección de datos:

- Bibliografías
- Tesis relacionadas al objeto de investigación
- Trabajos de investigación científica

### 3.4.1 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La investigación fue la observación de las variables, para luego de tomar las muestras de suelo, estas fueron enviadas a un laboratorio especializado. Segun. Cabudare. 2016

Los instrumentos utilizados se describen a continuación:

- zona de muestreo (suelo aguas arriba)
- zona de muestreo (suelo agrícola regados con lixiviados de cementerios, (suelo aguas abajo)
- resultados de laboratorio

### 3.5 Procedimiento

La investigación de esta tesis comenzó de la siguiente manera: Se identificó el área a estudiar, Cementerio Jardines de la Luz se hizo la identificación mediante la observación, viendo el problema del lugar que fue los lixiviados de dicho cementerio que es un camposanto de 3 terrazas tuberías que desembocaban directamente al río Yanamayo aguas abajo

#### 3.5.1 Toma de la muestra de suelo

•Se obtuvo la muestra directamente del lugar ( suelos agrícolas de Poroy aledaños al cementerio ), uno cercano aguas abajo del lugar que sería nuestro suelo contaminado por lixiviados y la otra muestra que se tomó aguas arriba del lugar, realizado con el método de cuarteo para el cual se tomó muestras de diferentes sitios de la parcela en una cantidad superior a la necesaria para el análisis se distribuyó en cuatro cuadrantes haciendo una profundidad de 20 cm cada uno de 2 kg, previa homogenización del suelo , se recogió el correspondiente a dos cuadrantes opuestos, que se volvió a mezclar y a presentar como cuatro cuadrantes, procediéndose de la misma manera ,hasta llegar a

conseguir la cantidad de muestra necesaria. Se coloca la muestra en una bolsa hermética, fueron llevados al área donde se realizó el análisis de laboratorio para su respectivo análisis de metales pesados como de cromo, cadmio, plomo, mercurio

Se procedió después a tomar una muestra del lixiviado aguas abajo estas se mandaron a analizar para su pertinente análisis físico químico.

### 3.5.2 Simulación de cultivo

Se tomaron 10 kg de suelo agrícola de suelo contaminado por lixiviados aguas abajo, se puso en una java para hacer la simulación del sembrío como es de la lechuga que es un vegetal de tallo corto, acceder a las cosechas constantemente es un factor limitante debido a los agricultores de la zona no permiten el ingreso a sus cultivos, es por esta razón que se decidió hacer dicha simulación

Se comenzó a sembrar la lechuga a fines de septiembre se rego con agua contaminada con lixiviados de cementerio

La medida de la java fue de 16 cm x 46 cm x 37cm rectangular, se sembró cuatro lechugas con una separación d 10 cm



Fig. 1: Java para simulación de sembrío de lechuga (Fuente propia)

En cultivos de Poroy se siembra papa ,habas, lechuga entre otros, lo cual se eligió la lechuga ya que esta crece en tres meses.

Para llevar a cabo la siembra se siguió una serie de pasos como:

Se preparó el terreno, con el suelo traído de los cultivos de Poroy, para posteriormente seguir su siembra

Las semillas fueron esparcidas en la respectiva java mencionada con el terreno ya listo, para su rápida germinación en aproximadamente diez días, para lo cual se aplicó una técnica mostrada en las siguientes imágenes



Fig.2: Simulación de sembrío de Lechuga (Fuente propia)

Pasado los diez días la lechuga ya germinada se le aplica un riego interdiario, con agua contaminada con lixiviados procedentes del cementerio jardines de la luz, lo cual se fue al lugar trayendo en un bidonera estéril dicho lixiviado para el riego de suelo contaminado, ya que en los meses de octubre noviembre y diciembre son épocas de fuertes lluvias y la presencia de lixiviado es mucho mayor

## Muestra 2

Cuando la lechuga llego a su fase de floración se toma la muestra de suelo de 2kg para su análisis final en laboratorio y ver así como es que se aumentó las cantidades trazas de estos metales pesados ya mencionados



Fig.3: Simulación de Lechuga última fase (Fuente propia)

### 3.6 Método de análisis de datos

Se realizó el análisis de laboratorio respectivo en la muestra una que fue antes del sembrío y la segunda muestra fue en la floración de la lechuga, también se hizo el análisis de laboratorio del lixiviado del mismo cementerio para ver los aspectos físico químicos del lixiviado y las cantidades trazas de metales respectivos ya mencionados.

### 3.7 Aspectos éticos

Para la elaboración del trabajo de tesis nos apoyamos de información de fuentes bibliográficas, tesis que ya fueron elaborados, para lo cual se hizo la citas respectivas según el ISO 690 según la norma, en esta tesis por ser no experimental por que no se manipulo las variables solo se observó, la fuentes de información bibliográfica nos fue de mucha ayuda ,pudimos formular nuestro proyecto de tesis respectivo por que la información obtenida fue fidedigna.

En el respectivo trabajo de tesis se realizó con el debido nombramiento de los derechos de autor en las citas bibliográficas y los antecedentes encontrados para poder avalarnos en el proyecto de tesis.

## **IV. RESULTADOS**

## 4.1 UBICACIÓN

El cementerio Jardines de la Luz está ubicada en el distrito de Poroy provincia de Cusco departamento del Cusco se encuentra al noroeste de la ciudad de Cusco a una altura de 3700 m.s.n.m se encuentra a 25 kilómetros de la carretera principal asfaltada Cusco –Urubamba

Limites

Los límites que tiene el cementerio Jardines de la Luz son:

- Este con Ticatica
- Sur con Ccorca
- Oeste con Cachimayo



Fig.4: Fuente: Google ear

## ÁREA DE ESTUDIO

PERIMETRO = 825.60 METROS

AREA = 4.70 HECTAREAS



Fig.5: Ubicación del lugar de Estudio (Fuente: Google ear)

## CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

El distrito de Poroy se encuentra sobre una planicie alto-andina con tres estaciones climáticas diferenciadas por los habitantes

El invierno (seco )desde mayo hasta principios de agosto	Durante la estación normalmente no llueve ,aunque son posibles ligeras lloviznas y días más o menos nublados
El verano (viento) desde agosto a octubre	Se trata de una estación de vientos fuertes .Pueden ocurrir lluvias cortas pero, generalmente por las tardes
La primavera ( florecer) tiempo desde noviembre hasta abril	Comienzan las lluvias, al principio suave y luego tormentoso.

#### 4.2 Análisis inicial de la muestra

Esta muestra se hizo primero para determinar las cantidades trazas existentes en los suelos agrícolas de los cultivos cercanos al cementerio jardines de la luz y así poder ver las cantidades trazas existentes tanto en suelo testigo (aguas arriba)

y suelos regados con lixiviados de los cementerios jardines de la luz (aguas abajo).

Tabla 1 Muestra Aguas Abajo Suelo Testigo

DETERMINACIONES	UNIDAD	VALORES MUESTRA	LMP
Plomo	mg/Kg	0.00	70
Cadmio	mg/Kg	0.00	1.4
Mercurio	mg/Kg	0.00	6.6
Cromo	mg/Kg	0.00	64
Conductividad eléctrica	uS /cm	560	
Sólidos solubles totales	Mg/kg	373	

Fuente: LASSA LAB (servicios en análisis de aguas, alimentos y monitoreo ambiental) 2020

Interpretación: los resultados de la muestra de suelo indicaron lo siguiente:

Los valores de los metales pesados analizados mostraron resultados de cero lo cual nos indica que el Suelo Testigo (aguas arriba ) nos muestran por la lejanía no presentan metales pesados en su composición , en cuanto a la conductividad eléctrica los valores fueron 560 uS/cm y sólidos solubles totales 373 Mg/kg .En cuanto al mercurio no presentan valor alguno

Tabla 2 Suelo regado con lixiviados de cementerio Aguas Abajo

DETERMINACIONES	UNIDAD	VALORES MUESTRA	LMP
Plomo	mg/Kg	0.01	70
Cadmio	mg/Kg	0.01	1.4
Mercurio	mg/Kg	0.00	6.6
Cromo	mg/Kg	0.00	64
Conductividad eléctrica	uS/cm	1080	
Sólidos solubles totales	Mg/kg	720	

Fuente: LASSA LAB (servicios en análisis de aguas, alimentos y monitoreo ambiental) 2020

Interpretación: los valores de plomo y cadmio salieron con un valor de 0.01 mg/Kg, su conductividad eléctrica como se puede observar aumentó el doble en los resultados, de la misma forma ha aumentado la cantidad de sólidos solubles totales que están compuestos implícitamente de cloruros, es decir hay contaminación salina también, en cuanto a metales pesados se detectaron cantidades trazas de metales pesados como el plomo y el cadmio en cuanto al mercurio no se encontró valor alguno

Tabla 3 Agua de Lixiviado

DETERMINACIONES	UNIDAD	MUESTRA 1
Dureza total CaCO <sub>3</sub>	mg/L	400
Alcalinidad total CaCO <sub>3</sub>	mg/L	188
Acides total CaCO <sub>3</sub>	mg/L	3.0
Cloruros Cl <sup>-</sup>	mg/L	33
Sulfatos SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	200
pH		8.2
Conductividad eléctrica	µS / cm	910
Calcio Ca	mg/L	86
Magnesio Mg	mg/L	44
Hierro Fe	mg/L	0.5
Fosfatos HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	1.9
Amoniaco NH <sub>3</sub>	mg/L	0.02
Plomo Pb	mg/L	0.08
Cadmio Cd	mg/L	0.04
Mercurio Hg	mg/L	0.00
Cromo Cr	mg/L	0.04

Fuente: LASSA LAB (servicios en análisis de aguas, alimentos y monitoreo ambiental) 2020

Interpretación: En cuanto a los aspectos físicos químicos del lixiviado los valores respectivos que salieron de cada parámetro son:

Dureza total 400 mg/L ,Alcalinidad total de 188 mg/L,acides total de 3.0 mg/L,cloruros de 33 mg/L,sulfatos 200 mg/L,pH de 8.2 mg/L,Conductividad eléctrica de 910 ,calcio 86 mg/L,Magnesio 44 mg/L,hierro de 0.5,fosfatos de1.9 mg/L y amoniaco de 0.02.

En la muestra del agua lixiviada del cementerio se ha detectado la presencia de plomo se encontró en mayor cantidad trazas de 0.08 mg/L, seguido de cadmio con un valor de 0.04 y cromo con 0.04 mg/L en cantidades pequeñas lo que en estado ecológico no existe, esto significa la disolución probable de pigmentos provenientes de las pinturas que se utilizan para los ataúdes.

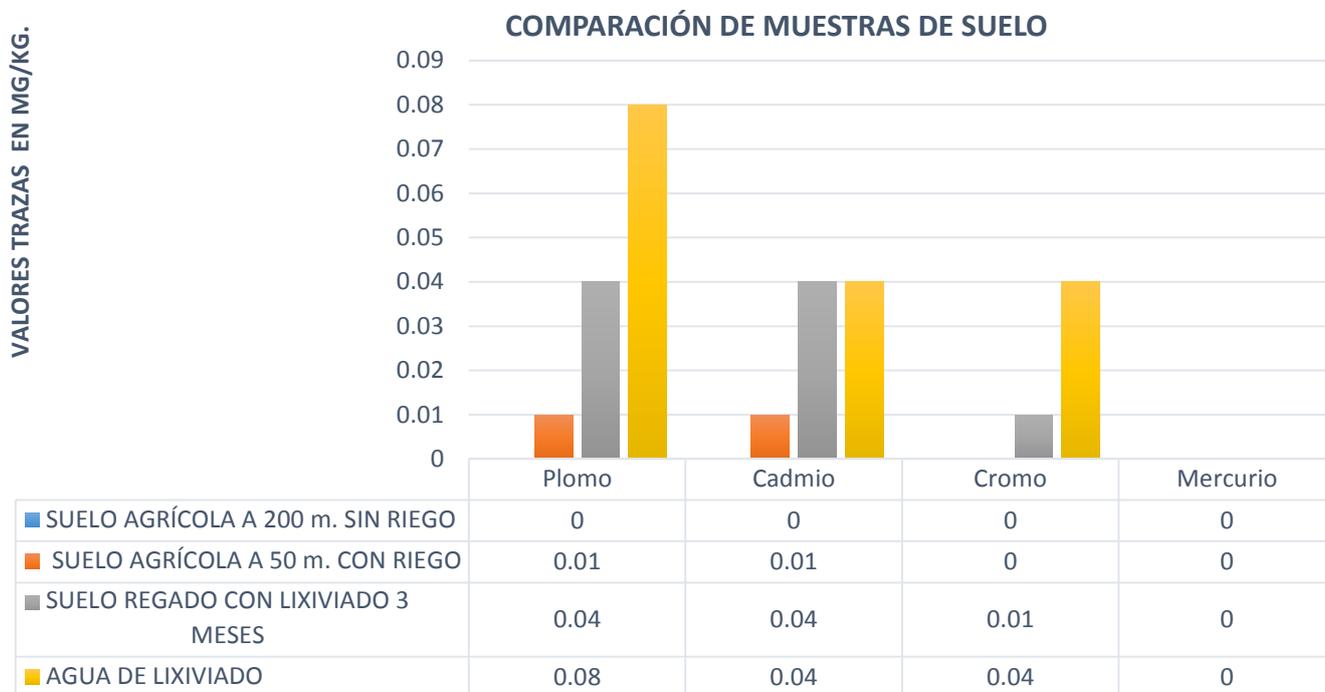
Tabla 4 Suelos regados por 3 meses con lixiviados de cementerio

DETERMINACIONES	UNIDAD	VALORES MUESTRA	LMP
Plomo	mg/Kg	0.04	70
Cadmio	mg/Kg	0.04	1.4
Mercurio	mg/Kg	0.00	6.6
Cromo	mg/Kg	0.01	64
Conductividad eléctrica	uS/cm	1180	
Sólidos solubles totales	Mg/kg	980	

Fuente: LASSA LAB (servicios en análisis de aguas, alimentos y monitoreo ambiental) 2020

Interpretación :Según la muestra de análisis laboratorio en el última muestra del suelo regados por 3 meses con lixiviados aguas abajo de cementerio vemos que el resultado de laboratorio los valores de los metales pesados del plomo aumento 0.04 del valor normal al principio de la muestra ,cadmio 0.04 igualmente en caso del mercurio los valores de 0.00 se mantuvieron igual los valores lo que nos indica que el mercurio no puedo ser fijado en el suelo , en caso del cromo aumento 0.01 , al ser regados por tres meses estas aguas interdiariamente con la simulación de la plantación de lechuga sus valores no superaron los LMP( límites máximos permisibles ) , pero si se obtuvieron las cantidades trazas de los metales pesados , conforme planteada nuestros objetivos y nuestras hipótesis correspondientes .

Tabla 5 Gráfico Comparativo de Metales Pesados en Cantidades Trazas



INTERPRETACIÓN: En el gráfico comparativo se observó que los lixiviados regados por tres meses demostró mayor concentración de metales pesados trazas en sus valores , el más resaltante del metal pesado que se observo fue el de Plomo seguido Cadmio y por ultimo Cromo pero el que no tuvo ningún valor significativo fue el Mercurio que demostró que al ser volátil no puede estar presente en los suelos agrícolas ,en cuanto al análisis del mismo lixiviado procedente del cementerio se observó que el plomo es el metal pesado que estuvo presente ,se podría deducir debido a los aditivos o pinturas utilizados en el proceso de fabricación de los ataúdes desprenden cantidades trazas de metales pesados al corroerse con el lixiviado .

## **V. DISCUSIÓN**

- En la investigación de Vann Allemann et al .2019 explica que los ataúdes de los cementerios llegan a corroerse ,haciendo la simulación en laboratorio con temperaturas típicas de Sudáfrica la cual su objetivo fue determinar si los metales pesados en la fabricación de ataúdes llegaba a infiltrarse en aguas subterráneas utilizaron tres tipos de suelos la arcilla, limo y arena en contenedores, según la simulación demostró que los metales pesados se movilizaban pero en forma distinta a cada tipo de suelo siendo el metal pesado el zinc que más se observó , hubo una similitud en cuanto a nuestra tesis de investigación como el sitio de investigación era restringido se hizo la simulación de sembrío de los suelos para ver si los metales trazas obtenidos al inicio de la investigación por el lixiviado del cementerio llegarían a aumentar sus valores trazas en tres meses de simulación de sembrío con riegos de lixiviados de cementerio en nuestro caso las tierras que utilizamos fue del mismo suelo agrícola tomamos 10 kg de tierra para la simulación respectiva.
- En la investigación de Arcando Neckel y colaboradores (2016), en Cementerios análisis de la concentración de metales pesados en suelos y el riesgo de contaminación para la población residente circundante ,el objetivo fue cuantificar la contaminación de los metales pesados de los suelos de cementerio de Carazinho-RS,Brazil , el método que utilizaron es la red triangular los cuales se cavaron a profundidades de 0-20 y 20-40 cm a 100 metros de distancia los resultados fueron que los metales pesados sobrepasaron los LMP en cuanto al Cobre, cabe resaltar que los valores del Fe,Mg y Pb también fueron elevadas, se podría decir que la población cercana a la zona estaría siendo afectada.

En nuestra tesis de investigación nuestro objetivo fue determinar metales trazas en suelos agrícolas por lixiviados de cementerios, el método que utilizamos fue el método de cuarteo para la extracción de los suelos agrícolas lo cual se tomó muestras de distintos lugares de la parcela estas se homogenizaron, la profundidad que se hizo fue de 20 cm respectivamente, en nuestro caso los resultados de los metales pesados los que tuvieron valores que aumentaron fueron Pb, Cd y Cr.

- En cuanto a la investigación de Díaz Fonseca Benny U (2019), en el distrito de San Pablo de la ciudad de Tarapoto, el objetivo fue evaluar la contaminación de los suelos por lixiviados de botaderos, se analizaron en laboratorio Cd, Pb, Cr, aquí fueron tres puntos de muestreo, en el suelo agrícola se logró presenciar la existencia de los metales pesados ya mencionados pero los valores no superaron los ECAS. En cuanto a nuestra investigación, objetivo de determinación de metales trazas en suelos agrícolas, realizamos muestreos en dos puntos uno aguas abajo y otro aguas arriba del cementerio se hizo un muestreo inicial y uno pasado los 3 meses se observó en nuestro caso que los valores de dichos metales pesados aumentaron considerablemente lo que se pudo demostrar la presencia de metales trazas en suelos agrícolas, pero al igual que nuestro trabajo de investigación no superan los Límites Máximos Permisibles

## **VI. CONCLUSIONES**

- Se demostró de acuerdo a nuestros objetivos planteados, que en suelos agrícolas existe la presencia de metales pesados trazas, en su gran mayoría el metal con valor más resaltante fue el plomo y el cadmio.
- En cuanto al análisis físico químico del agua los metales pesados como el Plomo, Cromo, Cadmio y Mercurio, se encontraron valores de Plomo de 0.08 mg/L el más alto de sus valores seguido del Cadmio 0.04 mg/L y Cromo 0.04 mg/L , en cuanto al mercurio podemos decir al ser un metal pesado volátil no se fija al suelo
- Los efectos de las cantidades trazas encontrados aguas abajo del cementerio de Jardines de la Luz se podría decir que actualmente estos no afectarían a la contaminación del suelo agrícola pero con los años estos valores trazas podrían superar los límites máximos permisibles y bioacumularse en el suelo y desencadenar una biomagnificación que podría llegar hasta el ser humano y estas tierras agrícolas ya no serían aptas para el cultivo
- En la comparación de suelos al inicio y en tres meses después del riego se demostró que los valores trazas de los metales pesados aumentaron significativamente, lo que se supone que con esta comparación con los años estos metales pesados seguirán aumentando sus valores

## **VII .RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar más muestras de distintas zonas de cultivo para ver cada cierto tramo de los cultivos están siendo afectados, para así las muestras que se realicen posteriormente proporcione mayor valor a la elaboración de tesis.
- Se recomienda realizar análisis microbiológicos del agua para ver qué tipos de contaminantes podemos encontrar en los lixiviados del cementerio Jardines de la Luz.
- Seguir realizando ensayos de laboratorio aguas abajo del los suelos agrícolas de Poroy con el fin de cuantificar los metales pesados.
- Se recomienda realizar proyecciones con los resultados que se obtendrán de las investigaciones anuales, esto con el fin de obtener el tiempo en el cual los terrenos no podrán ser de uso agrícola porque excederán los Límites Máximos Permisibles
- Se recomienda realizar mucho más estudios de la contaminación de lixiviados de cementerio y considerar este estudio para posibles consecuencias ambientales.

## REFERENCIAS

- GÓMEZ, Silvia Fernanda, et al. Revisión de documentación acerca de la contaminación por lixiviados generados en rellenos sanitarios en Colombia. *Innovando En La U*, 2016, no 8, p. 77-90.
- VALDERRAMA, Medina; MONTERO DEL ÁGUILA, Edgar; CRUZ PIO, Liz Erika. Optimización del proceso Fenton en el tratamiento de lixiviados de rellenos sanitarios. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 2016, vol. 82, no 4, p. 454-466.
- CRUZ LÓPEZ, César Augusto De la; RAMOS ARCOS, Sebastián Alberto; LÓPEZ MARTÍNEZ, Sughey. Efecto de la adición de ácidos orgánicos sobre la bioacumulación de Plomo, Talio y Vanadio en *Chrysopogon zizanioides* creciendo sobre suelos contaminados de un relleno sanitario. *Nova scientia*, 2018, vol. 10, no 21, p. 403-422.
- BEJERANO, Javier Pozo; GUTIÉRREZ, José Antonio García; PÉREZ, Yoel Vázquez. Estimación del caudal medio de lixiviados generados en el vertedero de Viñales, Pinar del Río. *Avances*, 2020, vol. 22, no 3, p. 325-341.
- ESCOBAR BASAVILBASO, Mauro Sebastián, et al. González Catán y Virrey del Pino: cementerios privados, contaminación y hábitat populares. 2016.
- GUARDIOLA-MÁRQUEZ, Carlos Esteban; MOSCOA, Adriana Pacheco; SENÉS-GUERRERO, Carolina. Evaluación de biofertilizantes a base de microorganismos y lixiviado de vermicomposta en cultivos de interés económico en México. *AGRO Productividad*, 2019, vol. 12, no 3, p. 53-62.
- LAZO AREVALO, Mabel. Determinación del grado de contaminación presente en el agua subterránea por lixiviados proveniente de sepulturas de cadáveres ubicados bajo el suelo en el cementerio general de Pucallpa-Ucayali. 2017.

- CARRIZALES, Lucio Ticona; PANCA, Cynthia Milagros Apaza. Evaluación del impacto de la contaminación de los residuos sólidos sobre suelo y agua del botadero sanitario de Cancharani–Puno. *Ñawparisun-Revista de Investigación Científica*, 2020, vol. 2, no 4.
- AMARILLA ESPÍNOLA, José Ariel, et al. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de agua de consumo: en la zona aledaña al cementerio de Minga Guazú, Paraguay, 2018.
- MASSONE, Héctor, et al. Inventario de fuentes puntuales de contaminación potencial del agua subterránea: caso de estudio Mar del Plata. 2016.
- CARDOZO, Néstor; REGISTRO, S. E. A. M. CEMENTERIO MUNICIPAL.
- LOZANO-CABALLERO, Grecia, et al. Remoción de carga orgánica en lixiviados por medio de un biofiltro empacado con residuos estabilizados. *ESPACIO I+ D, INNOVACIÓN MÁS DESARROLLO*, 2016, vol. 5, no 12.
- ALCÁNTARA, Juan Florián. Evaluación de riesgos ambientales en el cementerio general de Cajamarca. *ECO SCIENTIA*, 2016, vol. 1, no 1, p. 46-61.
- ALMONACID BELTRÁN, Olga Lucía; LINDARTE ORTEGÓN, Leslie Carol. Propuesta de manejo de residuos líquidos en morgues temporales post-desastre, para el caso de Bogotá DC. 2019.
- QUINTERO RAMÍREZ, Alejandro; VALENCIA GONZÁLEZ, Yamile; LARA VALENCIA, Luis Augusto. Efecto de los lixiviados de residuos sólidos en un suelo tropical. *Dyna*, 2017, vol. 84, no 203, p. 283-290.
- Londoño Franco. Metales Pesados ,2016
- Ministerio del Ambiente, Suelos, 2016
- Agencia Europea del Medio Ambiente, Organización Mundial de la Salud, 2015.
- Hernández Fernández C y Batista Metodología de la Investigación 5ta edición, (2014)

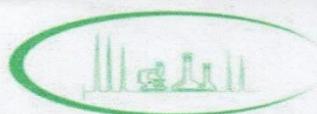
- Placencia López B. Metodología de la Investigación Científica, (2018)
- Baena Paz B. Metodología de la Investigación, (2017)
- Cabezas E, Andrade D y Torres Introducción a la Metodología Científica, (2018)
- Néstor Cohen, Gabriela Metodología de la Investigación, (2019)
- Hernández et. al. Metodología de la Investigación, (2018)
- Alcindo Neckel, Alfonso Celso Goncalves Junior, et al. Cemeteries heavy metals concentration analysis of soils and the contamination risk for the surrounding resident population. 2016.
- Baena Paz Guillermina. Metodología de la Investigación .2017
- Cabezas Mejía, Andrade Naranjo et al, Introducción a la Metodología Científica ,2018.
- Cohen Néstor, Gómez Rojas Gabriela .Metodología de la Investigación ¿Para Qué? ,2019.
- Cabudare. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos de Investigación .2016
- Ernesto A, Rodríguez Moguel. Metodología de la Investigación .2018
- Hernández Escobar A, Ramos Rodríguez M et al ,2018
- Monterroso Borano J.Diseño del Nuevo Camposanto e Integración del nuevo Cementerio Municipal.2016
- Díaz Fonseca Benny U .Evaluación de la Contaminación del suelo por Lixiviado del botadero Municipal del distrito de San Pablo ,2018
- Carter K et al.Identification of trace metals and potential anthropogenic influences on the historic New York African Burial Ground population: ApXRF technology approach, 1-10.2019
- VAN ALLEMANN, Sunette; DIPPENAAR, Matthys A.; OLIVIER, Jana. A laboratory study of the leachate composition of selected metals in cemeteries (South Africa). Environmental Earth Sciences, 2019, vol. 78, no 16, p. 518.
- IDEHEN, Osabuohien, et al. A Comparative Investigation of Groundwater Contamination in Typical Dumpsites and Cemetery

Using Ert and Physicochemical Analysis of Water in Benin Metropolis, Nigeria. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 2020, vol. 8, no 01, p. 72.

- KACZMAREK, B. The heavy metal hazard of undiscovered World War I and II graves in Poland. *GLOBAL NEST JOURNAL*, 2019, vol. 21, no 4, p. 461-465.
- NAMBEYE, Alice. An assessment of heavy metal contamination of groundwater in George compound of Lusaka. 2017. Tesis Doctoral. The University of Zambia.
- BRIGGS, Eleanor D. Mobilization of Metals by Fungi in Historic Cemeteries.
- NIÑO CARVAJAL, Lissette Ximena; RAMÓN VALENCIA, Jacipt Alexander; RAMÓN VALENCIA, Jairo Lenin. Contaminación fisicoquímica de acuíferos por los lixiviados generados del relleno sanitario El Carrasco, de Bucaramanga. *Producción más limpia*, 2016, vol. 11, no 1, p. 66-74.

# ANEXOS

## INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS



**LAASA LAB**

Servicios en análisis de aguas, alimentos y monitoreo ambiental

RUC. 10238332589

INFORME N° 023 - AFQ- LAASA LAB 2020

### ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

**SOLICITANTES:** ROXANA MOSQUIPA CHIPANA.

**PROYECTO DE TESIS:**

**"DETERMINACION DE TRAZAS DE METALES PESADOS EN SUELOS AGRÍCOLAS REGADOS CON LIXIVIADOS DE CEMENTERIO A PARTIR DE COMPARACIONES".**

**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO.**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**

**Muestra 1 : SUELO TESTIGO**

#### DATOS DEL MUESTREO

**Punto de muestreo :** Antes de Cementerio.  
**Distrito :** Poroy.  
**Provincia :** Cusco.  
**Departamento :** Cusco.  
**Fecha de muestreo :** 30/09/2020

#### RESULTADOS

DETERMINACIONES	UNIDAD	VALORES MUESTRA	*LMP
Plomo Pb.	mg/Kg.	0.00	70
Cadmio Cd.	mg/Kg.	0.00	1.4
Mercurio Hg.	mg/Kg.	0.00	6.6
Cromo Cr.	mg/Kg.	0.00	64
Conductividad Eléctrica	µS/cm	560	
Sólidos Solubles Totales	Mg/Kg.	373	

\*LMP= Limite Máximo Permisible.

**MÉTODOS DE ANÁLISIS:** El trabajo de análisis de suelos se ha realizado bajo los métodos establecidos en los Manuales de Análisis Químico-Agrícola, Nigel T. Faithful, Institute of Rural Studies, University of Wales, UK 2005; que a su vez está basado en el Manual "The Analysis of Agricultural Materials, MAFF/ADAS.



**LAASA LAB**

Servicios en análisis de aguas, alimentos y monitoreo ambiental

RUC. 10238332589

**CONCLUSION:** La muestra de suelo N°1, materia de estudio esta dentro los LMP para suelo, establecidos en el Documento de Referencia, en virtud de los resultados de análisis que evidencian la ausencia de metales pesados, los sólidos solubles totales, es de 373 mg/kg, que en su mayoría están constituidos por cloruros, La conductividad eléctrica es de 560 $\mu$ S/cm.

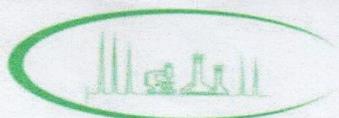
**Documento de Referencia Resolución Ministerial N°182-2017-MINAM.** Decreto Supremo que aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECAs), para Suelo.

Cusco, 10 de octubre del 2020

MCYM

**NOTA:** Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.

  
.....  
María Del Carmen Yáñez Mujica  
BIÓLOGO  
C.B.P 6298



**LAASA LAB**

Servicios en análisis de aguas, alimentos y monitoreo ambiental

RUC. 10238332589

**INFORME N° 023 - AFQ- LAASA LAB 2020**

**ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS**

**SOLICITANTES:** ROXANA MOSQUIPA CHIPANA.

**PROYECTO DE TESIS:**

**"DETERMINACION DE TRAZAS DE METALES PESADOS EN SUELOS AGRÍCOLAS REGADOS CON LIXIVIADOS DE CEMENTERIO A PARTIR DE COMPARACIONES".**

**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO.**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**

**Muestra 2 : SUELO REGADO CON LIXIVIADO DE CEMENTERIO**

**DATOS DEL MUESTREO**

**Punto de muestreo :** Despues de Cementerio.  
**Distrito :** Poroy.  
**Provincia :** Cusco.  
**Departamento :** Cusco.  
**Fecha de muestreo :** 30/09/2020

**RESULTADOS**

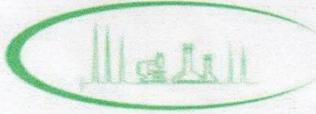
DETERMINACIONES		UNIDAD	VALORES MUESTRA 2	*LMP
Plomo	Pb.	mg/Kg.	0.01	70
Cadmio	Cd.	mg/Kg.	0.01	1.4
Mercurio	Hg.	mg/Kg.	0.00	6.6
Cromo	Cr.	mg/Kg.	0.00	64
Conductividad Eléctrica		µS/cm	1080	
Sólidos Solubles Totales		Mg/Kg.	720	

\*LMP= Limite Máximo Permisible.

**MÉTODOS DE ANÁLISIS:** El trabajo de análisis de suelos se ha realizado bajo los métodos establecidos en los Manuales de Análisis Químico-Agrícola, Nigel T. Faithfull, Institute of Rural Studies, University of Wales, UK 2005; que a su vez está basado en el Manual "The Analysis of Agricultural Materials, MAFF/ADAS.

 Urb. Magisterio Av. José Gabriel Cosío 403-A 1ra Etapa.

 984782192 / 084 - 505814



**LAASA LAB**

Servicios en análisis de aguas, alimentos y monitoreo ambiental

RUC. 10238332589

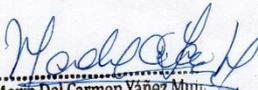
**CONCLUSION** La muestra de suelo (N°2) materia de estudio ha duplicado su conductividad eléctrica como se puede observar en los resultados, de la misma forma ha aumentado la cantidad de sólidos solubles que están compuestos implícitamente por cloruros, vale decir que hubo una contaminación salina sin embargo en cuanto a los metales pesados solamente se ha detectado cantidad muy pequeñas de plomo y cadmio

**Documento de Referencia Resolución Ministerial N°182-2017-MINAM.** Decreto Supremo que aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECAs), para Suelo.

Cusco, 10 de octubre del 2020

MCYM

NOTA: Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.

  
.....  
María Del Carmen Yáñez Murillo  
BIÓLOGO  
C.B.P 8298



Urb. Magisterio Av. José Gabriel Cosío 403-A 1ra Etapa.



984782192 / 084 - 505814



**LAASA LAB**

Servicios en análisis de aguas, alimentos y monitoreo ambiental

RUC. 10238332589

**INFORME N° 024 - AsFQ- LAASA LAB 2020**

**ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA DE LIXIVIADOS**

**SOLICITANTES:** ROXANA MOSQUIPA CHIPANA.

**PROYECTO DE TESIS:**

**"DETERMINACION DE TRAZAS DE METALES PESADOS EN SUELOS AGRÍCOLAS REGADOS CON LIXIVIADOS DE CEMENTERIO A PARTIR DE COMPARACIONES".**

**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO.**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**

**Muestra 1 : AGUA LIXIVIADO CEMENTERIO JARDINES DE LA LUZ**

**DATOS DEL MUESTREO**

**Punto de muestreo : Salida de Cementerio.**  
**Distrito : Poroy.**  
**Provincia : Cusco.**  
**Departamento : Cusco.**  
**Fecha de muestreo : 30/10/2020**

**RESULTADOS**

DETERMINACIONES		UNIDAD	M1
Dureza Total	CaCO <sub>3</sub>	mg/L	400
Alcalinidad Total	CaCO <sub>3</sub>	mg/L	188
Acidez Total	CO <sub>2</sub>	mg/L	3.0
Cloruros	Cl <sup>-</sup>	mg/L	33
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	mg/L	200
pH			8.2
Conductividad Eléctrica		μS/cm	910
Calcio	Ca	mg/L	86
Magnesio	Mg	mg/L	44
Hierro	Fe	mg/L	0.5
Fosfatos	HPO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	mg/L	1.9
Amoniaco	NH <sub>3</sub>	mg/L	0.02
Plomo	Pb	mg/L	0.08
Cadmio	Cd	mg/L	0.04
Mercurio	Hg	mg/L	0.00
Cromo	Cr	mg/L	0.04

**MÉTODOS DE ANÁLISIS:** El trabajo de análisis de suelos se ha realizado bajo los métodos establecidos en los Manuales de Análisis Químico-Agrícola, Nigel T. Faithfull, Institute of Rural



**LAASA LAB**

Servicios en análisis de aguas, alimentos y monitoreo ambiental

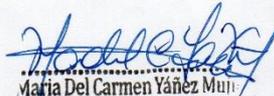
RUC. 10238332589

Studies, University of Wales, UK 2005; que a su vez está basado en el Manual "The Analysis of Agricultural Materials, MAFF/ADAS.

**CONCLUSIÓN:** En la muestra del agua lixiviado del cementerio se ha detectado la presencia de plomo, cadmio y cromo en cantidades pequeñas lo que en estado ecológico no existe, esto significa la disolución probable de pigmentos provenientes de las pinturas que se utilizan para los ataúdes.

Cusco, 10 de noviembre del 2020  
MCYM

**NOTA:** Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada

  
.....  
Maria Del Carmen Yáñez Mujica  
BIÓLOGO  
C.B.P 8298



Urb. Magisterio Av. José Gabriel Cosío 403-A 1ra Etapa.



984782192 / 084 - 505814



**LAASA LAB**

Servicios en análisis de aguas, alimentos y monitoreo ambiental

RUC. 10238332589

## INFORME N° 032 - LAASA LAB 2020

### ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

**SOLICITANTES:** ROXANA MOSQUIPA CHIPANA.

**PROYECTO DE TESIS:**

**"DETERMINACION DE TRAZAS DE METALES PESADOS EN SUELOS AGRÍCOLAS REGADOS CON LIXIVIADOS DE CEMENTERIO A PARTIR DE COMPARACIONES".**

**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO.**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**

**Muestra 2 : SUELO REGADO POR 3 MESES CON LIXIVIADO DE CEMENTERIO**

#### DATOS DEL MUESTREO

**Punto de muestreo :** Despues de Cementerio.  
**Distrito :** Poroy.  
**Provincia :** Cusco.  
**Departamento :** Cusco.  
**Fecha de muestreo :** 21/12/2020

#### RESULTADOS

DETERMINACIONES		UNIDAD	VALORES MUESTRA 2	*LMP
Plomo	Pb.	mg/Kg.	0.04	70
Cadmio	Cd.	mg/Kg.	0.04	1.4
Mercurio	Hg.	mg/Kg.	0.00	6.6
Cromo	Cr.	mg/Kg.	0.01	64
Conductividad Eléctrica		µS/cm	1180	
Sólidos Solubles Totales		Mg/Kg.	980	

\*LMP= Límite Máximo Permisible.

**MÉTODOS DE ANÁLISIS:** El trabajo de análisis de suelos se ha realizado bajo los métodos establecidos en los Manuales de Análisis Químico-Agrícola, Nigel T. Faithfull, Institute of Rural Studies, University of Wales, UK 2005; que a su vez está basado en el Manual "The Analysis of Agricultural Materials, MAFF/ADAS.



Urb. Magisterio Av. José Gabriel Cosío 403-A 1ra Etapa.



984782192 / 084 - 505814



**LAASA LAB**

Servicios en análisis de aguas, alimentos y monitoreo ambiental

RUC. 10238332589

**CONCLUSION:** La muestra de suelo materia de estudio está dentro los LMP para suelo, establecidos en el Documento de Referencia, sin embargo se observa en comparación con la muestra N°2, regada con lixiviados del cementerio que los valores de Pb, Cd y Cr, han incrementado sus valores, igualmente los Sólidos solubles Totales y la Conductividad eléctrica se han incrementado.

**Documento de Referencia Resolución Ministerial N°182-2017-MINAM.** Decreto Supremo que aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECAs), para Suelo.

Cusco, 24 de diciembre del 2020

MCYM

**NOTA:** Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.

  
.....  
María Del Carmen Yáñez Mujic  
BIÓLOGO  
C.B.P 8298



Urb. Magisterio Av. José Gabriel Cosío 403-A 1ra Etapa.



984782192 / 084 - 505814

## ANEXO 2: FOTOGRAFÍAS DE CAMPO













## FOTOGRAFÍAS DE LABORATORIO



## PESADO DE MUESTRA DE TIERRA



## AGREGANDO ÁCIDO PARA DISOLVER LOS METALES PESADOS QUE SE ENCUENTRAN EN LA TIERRA



## EXTRACCIÓN DE METALES PESADOS CON DITIZONA MEDIANTE UNA PERA DE DECANTACIÓN



EQUIPO DE ABSORCIÓN ATÓMICA MARCA KARL ZEISS AAS1N



## ANALIZANDO PLOMO Y CADMIO EN EQUIPO DE ABSORCIÓN ATÓMICA

