

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**DETERMINACIÓN DE MERCURIO Y CADMIO EN SEDIMENTOS DE LA
LAGUNA U MAYO EN EL DISTRITO DE ATUNCOLLA PUNO – 2018**

PRESENTADA POR:

VANESA CHAMBI HUAYTA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO - PERÚ

2019

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS**FACULTAD DE INGENIERÍAS****ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL****TESIS****DETERMINACIÓN DE MERCURIO Y CADMIO EN SEDIMENTOS DE LA
LAGUNA UMayo EN EL DISTRITO DE ATUNCOLLA PUNO – 2018****PRESENTADA POR:****VANESA CHAMBI HUAYTA****PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:****INGENIERO AMBIENTAL**

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE



Dr. MARIO TITO SOTO GODOY

PRIMER MIEMBRO

M.Sc. SANDRA BEATRIZ BUTRON PINAZO

SEGUNDO MIEMBRO



M.Sc. JORGE ARUJUANCA CARTAGENA

ASESOR DE TESIS



Mg. ELVIRA ANANÍ DURAND GOZQUETA

Área: Ingeniería y Tecnología
Disciplina: Minería y procesamiento de minerales
Especialidad: Contaminación y mitigación ambiental minera metalúrgica

Puno, 28 de febrero de 2019

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación dedico a Dios, quien me dio la fe, la fortaleza, la salud y la esperanza.

A mi querido hijo Jerikov Yamir que es la razón de mi vida y el motivo de mis días.

A mis padres Francisca y Eusebio quienes han sido para mí un ejemplo de fe, perseverancia y pilar fundamental en mi formación como persona y profesional, que guiaron mis pasos con mucho amor, me enseñaron a continuar luchando para vencer los obstáculos, sin perder la esperanza de conseguir las metas propuestas.

A mis hermanos: Elmer, Nilda, Yudina y Max Giber que son mis ejemplos, ellos me han motivado para cumplir con mis objetivos.

A mi esposo Jorge Y. quien me brindó su amor y su apoyo constante.

A mis amigos que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional. En especial a mi amiga Carla por su apoyo.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Privada San Carlos – Puno por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A mi asesora de tesis, Mg. Ananí Durand Goyzueta por su apoyo incondicional, por su esfuerzo y dedicación, quien, con su paciencia y su motivación ha logrado que pueda terminar mi investigación con éxito.

También agradecer a los docentes que me apoyaron con las inquietudes, durante todo el desarrollo de mi tesis.

INDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
INDICE DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA
INVESTIGACIÓN**

1.1 Planteamiento del problema	2
1.1.1 Problema de investigación	4
1.2 Antecedentes	4
1.2.1 A nivel internacional.....	4
1.2.2 A nivel nacional	5
1.2.3 A nivel regional.....	7
1.3 Objetivos de la investigación.....	10
1.3.1 Objetivo general	10
1.3.2 Objetivos específicos.....	10

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Marco teorico	11
2.1.1 El Agua.....	11
2.1.2 Lagos y lagunas	11
2.1.3 Lagos eutróficos, mesotróficos y oligotróficos.....	12
2.1.4 Metales pesados	12

2.1.5 Mercurio (Hg).....	12
2.1.6 Cadmio (Cd).....	14
2.1.7 Sedimentos	15
2.1.8 Metales pesados en agua y sedimentos	17
2.1.9 Acumulación de contaminantes en sedimentos.....	17
2.1.10 Transporte de sedimentos.....	19
2.1.11 Origen de los sedimentos de los lagos.....	19
2.1.12 Efectos perjudiciales de los sedimentos en el agua.....	21
2.1.13 Contaminación por sedimentos	22
2.1.14 Evaluación de sedimentos contaminados.....	22
2.1.15 Marco Legal e Institucional.....	25
2.2 Marco conceptual.....	31
2.2.1 Agua.....	31
2.2.2 Lagunas.....	31
2.2.3 Metales pesados.....	31
2.2.4 Sedimentos.....	31
2.3 Hipótesis.....	32
2.3.1 Hipótesis General	32
2.3.2 Hipótesis Específicas	32

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Zona de estudio	33
3.2 Tamaño de muestra	34
3.3 Método y técnicas	34
3.3.1 El método	34
3.3.2 Técnicas	35
3.4 Identificación de variables	40
3.5 Diseño estadístico.....	41

CAPÍTULO IV
EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Exposición y análisis de mercurio (Hg) y cadmio (Cd) en sedimentos.....	42
4.2 Resultados de metales pesados en sedimentos.....	43
4.3 Análisis y discusión del mercurio.....	52
4.4 Análisis y discusión del cadmio.....	53
4.5 Análisis y discusión general.....	53
CONCLUSIONES.....	55
RECOMENDACIONES.....	56
BIBLIOGRAFÍA.....	57

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Criterios de calidad de sedimentos	24
Tabla 02: EPA method 200.7 rev. 4.4. 1994	30
Tabla 03: Identificación de variables	40
Tabla 04: Resultados del análisis de concentración de Mercurio (Hg) en sedimentos de la laguna Umayo – 2018.....	43
Tabla 05: Concentración de Mercurio (Hg)	44
Tabla 06: Resultados del análisis de concentración de Cadmio (Cd) en sedimentos de la laguna Umayo – 2018.....	45
Tabla 07: Concentración de Cadmio (Cd).....	45
Tabla 08: Resultados del análisis de concentración de Plomo (Pb) en sedimentos de la laguna Umayo – 2018.....	47
Tabla 09: Concentración de Plomo (Pb)	47
Tabla 10: Resultados del análisis de concentración de Bario (Ba) en sedimentos de la laguna Umayo – 2018.....	49
Tabla 11: Concentración de Bario (Ba).....	49
Tabla 12: Resultados del análisis de concentración de Arsénico (As) en sedimentos de la laguna Umayo – 2018.....	51
Tabla 13: Concentración de Arsénico (As).....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Plano satelital de la Laguna Umayo - Atuncolla	33
Figura 02: Resultados del análisis de concentración de mercurio (Hg)	43
Figura 03: Análisis comparativo de concentración de mercurio (Hg).....	44
Figura 04: Resultados del análisis de concentración de cadmio (Cd)	45
Figura 05: Análisis comparativo de concentración de cadmio (Cd)	46
Figura 06: Análisis comparativo de concentración de plomo (Pb)	47
Figura 07: Análisis comparativo de concentración de plomo (Pb)	48
Figura 08: Análisis comparativo de concentración de bario (Ba).....	49
Figura 09: Análisis comparativo de concentración de bario (Ba).....	50
Figura 10: Análisis comparativo de concentración de arsénico (As).....	51
Figura 11: Análisis comparativo de concentración de arsénico (As).....	52
Figura 12: Laguna Unayo Distrito de Atuncolla de departamento de Puno	62
Figura 13: Toma de muestras en la laguna Umayo del distrito de Atuncolla de departamento de Puno	62
Figura 14: Medición de profundidad – muestra 1 punto 1 en la laguna Umayo de distrito de Atuncolla de departamento de Puno	63
Figura 15: Toma de sedimentos de muestra 1 - punto 1 en la Laguna Umayo de distrito de Atuncolla de departamento de Puno.	63
Figura 16: Sedimentos de muestra 1- punto 1 en la laguna Umayo de distrito de Atuncolla de departamento de Puno.....	64
Figura 17: Sedimentos de muestra 1 – punto 2 en la Laguna Umayo de distrito de Atuncolla de departamento de Puno.	64
Figura 18: Medición de profundidad de la zona de muestreo – muestra 2 en la laguna Umayo de distrito de Atuncolla de departamento de Puno.....	65
Figura 19: Sedimentos de muestra 2 – punto 1 en la laguna Umayo de Distrito de Atuncolla de departamento de Puno.	65
Figura 20: Toma de muestra de sedimentos de muestra 2 – punto 2 – con la draga para muestreo en la laguna Umayo de Distrito de Atuncolla de departamento de Puno.	66

Figura 21: Toma de muestra 3 en la laguna Umayo de distrito de Atuncolla de departamento de Puno.	66
Figura 22: Sedimentos de muestra 3 – punto 1 en la laguna Umayo de distrito de Atuncolla de departamento de Puno.	67
Figura 23: Sedimentos de muestra 3 – punto 2 en la laguna Umayo de distrito de Atuncolla de departamento de Puno	67
Figura 24: Muestra de sedimentos recolectados de la laguna Umayo de Distrito de Atuncolla de departamento de Puno	68
Figura 25: Muestra 1 tomada en el punto 2 en la laguna Umayo de Distrito de Atuncolla de departamento de Puno.....	68
Figura 26: Entrega de muestras de sedimentos de la laguna Umayo del distrito de Atuncolla de departamento de puno – 2018 al laboratorio las (laboratorio analítico del sur).....	69

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Imagen de ubicación del área de la investigación	61
Anexo 02: Galería de fotos	62
Anexo 03: Resultados de laboratorio	70
Anexo 04: Nomas canadienses para sedimentos	74
Anexo 05: autorización de ingreso a las comunidades.....	79

RESUMEN

La presente investigación consistió en la determinación de los niveles de concentración de metales pesados de mercurio (Hg) y cadmio (Cd) en los sedimentos de la laguna Umayo en el distrito de Atuncolla de la Región de Puno 2018, los objetivos específicos planteados fueron determinar la presencia de mercurio (Hg) y cadmio (Cd) en los sedimentos de la laguna Umayo en el distrito de Atuncolla Provincia de Puno – 2018. La metodología consistió en la toma de muestras de los sedimentos en diferentes puntos de muestreo, seleccionados al azar de acuerdo al área y accesibilidad a la laguna Umayo. Las conclusiones a las que se llegaron fueron que se determinó la presencia de mercurio (Hg) con un promedio de 2,56 mg/kg, observándose en el punto de monitoreo 1 de la muestra 3, se encuentra la mayor concentración siendo esta 15,07 mg/kg y al comparar con la norma se observa que estos sobrepasan significativamente en valor establecido, por la normativa Canadian que establece el valor de 0,02 mg/kg; de igual forma se determina que existe presencia de niveles de cadmio (Cd) con un promedio de 5,61 mg/kg., observándose que en el punto de muestra 2 se encuentra la mayor concentración siendo esta de 9,72 mg/kg. Contrastando los valores obtenidos se observa que estos sobrepasan significativamente en valor establecido por la normativa Canadian establece que el valor de 0,03 mg/kg.

Palabras clave: Cadmio, concentraciones, laguna, mercurio y sedimentos.

ABSTRACT

This project determined the concentration level of heavy metals such as Mercury (Hg) and Cadmium (Cd) at Umayo lagoon sediments, Atuncolla District in Puno in 2018. The specific goals were: Determine Mercury (Hg) and Cadmium (Cd) presence in Umayo lagoon sediments. In terms of methodology, I took the sediment samples in different sampling points which were selected at random according to the area and accessibility to the lagoon. The conclusions were that Mercury (Hg) had an average of 2,56 mg/kg. Observing the first monitoring point of the third sample I found that the greater concentration had an average of 15,07 mg/kg and comparing with the standard I observed that it exceeded the standard value established by Normativa Canadian which established an average of 0,02 mg/kg. Similarly, I determined that there was Cadmium level presence (Cd) with an average of 5,61 mg/kg. Observing the second sample, I found that the greater concentration was an average of 9,72 mg/kg. Contrasting the value, I observed that they exceeded the standard value by Normativa Canadian which established an average of 0,03 mg/kg.s

Keyword: Cadmium, concentration, lagoon, mercury y sediments.

INTRODUCCIÓN

Las aguas naturales tales como lagos, ríos y océanos usualmente acumulan capas de partículas minerales que se denominan sedimentos, estos se encuentran en el fondo de reservorios de aguas naturales, la proporción de minerales referente a materia orgánica en los sedimentos varía substancialmente dependiendo a la zona.

Los sedimentos forma gran proporciones ambiental debido a que son sumideros de muchos compuestos químicos en específico de metales pesados y de compuestos pesados como los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHs) y pesticidas, a partir en que pueden ser transferidos a los organismos que habitan en la zona, siendo la protección de la calidad de un sedimento un componente de la región global del agua.

Las partículas finas asimismo pueden ser trasladadas por los vientos a partir de fuentes industriales y urbanas. Estos depósitos acuáticos son capaces de resguardar un registro de procesos y componentes ambientales pasados o actuales, incluyendo el desgaste de suelos, partículas transportadas por el viento o como solutos y materiales deslizados.

Algunos de estos cuerpos de agua son sistemas dinámicos y sensibles, cuyos depósitos sedimentarios preservan, en su estructura química, física y biológica, un registro cronológicamente ordenado y descifrado de los cambios físicos y químicos a través de su ordenación mineralógica.

Es de suma importancia conocer el estado actual de la laguna Umayo, debido a que sean incrementado las actividades domésticas, industriales, agropecuarias y minería; así como identificar las posibles fuentes contaminantes a fin de sugerir mecanismos para minimizar estos aportes y que le permita al sistema recuperarse.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El ultimo alcantarillado de los metales pesados y de muchos compuestos orgánicos-tóxicos, en su almacén y/o inhumo en suelos y sedimentos, los metales pesados que a menudo se acumulan en el manto ligero de la superficie y suelen ser absorbidos por la raíz de las plantas y cultivos; los materiales humedicos tienen una gran conexión por los iones de carga positiva de los metales pesados, interacción con estos cuando están en el líquido elemento y están en relación mediante un transcurso de cambio electrovalente.

Las diversas actividades domésticas, agrícolas y fabriles que se realiza en el cauce, pueden formar efluentes tóxicos que contaminan las aguas superficiales provocando enfermedades y signos de toxicidad en el ecosistema hídrico; es de esta forma que no se tiene estudios realizados referente a la contaminación por aparición de metales pesados en la laguna Umayo en donde se indicó que se muestrearon y analizaron aguas y sedimentos superficiales.

En la investigación realizada por Soto (2011) concluye; que la contaminación ambiental de la cancha de relaves de la planta metalúrgica de Tiquillaca contiene niveles elevados de pirita y otros sulfuros, esta se inicia con la formación de aguas acidas con metales pesados disueltos y se concentran en los sedimentos.

Existe explotación de mineras a pocos kilómetros de la laguna Umayo que generan impactos ambientales en los alrededores. Considerando que la minería provoca impactos, tanto directos como indirectos. La contaminación de los cuerpos de agua se debe a la liberación de contaminantes tóxicos de residuos mineros y obras mineras. Los principales mecanismos de transporte a las aguas superficiales y subterráneas son las descargas directas de las aguas de proceso de producción minera, por escurrimiento superficial y provocando la infiltración de ellas en la formación de sedimentos tóxicos con metales pesados. El potencial de liberación de estos elementos y el riesgo asociado dependen de las condiciones específicas del sitio, incluyendo el diseño y la operación de extracción, del procesamiento, la gestión de los residuos, la calidad de las medidas de mitigación, aspectos ambientales como el clima y la cercanía a posibles receptores; que parece ser las condiciones de explotación de las mineras.

La sedimentación con elementos que contaminen las aguas, por metales pesados, es uno de los problemas ecológicos más severos a escala mundial y en forma particular en el altiplano Sur del Perú.

Canahuirí (2014) el estudio trata del tratamiento del relave de un mineral oxidado polimetálico en la planta concentradora instalada de Tiquillaca-Puno, que contiene 13.58% Pb total y 3 oz/TC Ag; las cuales son tratadas 41.89 TMSPD de mineral (relave), con los procesos de concentración gravimétrica y flotación, los mismos que son optimizados según las pruebas metalúrgicas en el programa de *statigraphics*. En concentración gravimétrica las variables más representativas son la densidad de pulpa y caudal de pulpa llegando a una recuperación máxima de 42.8% Pb y 43.3% Ag con una densidad de pulpa 1250 gr/l y 23.4 ml/s de caudal de pulpa. En flotación que contiene como cabeza 9% Pb y 1.55 oz/TC Ag, que es el relave de concentración gravimétrica se llega a una recuperación de 58.6% Pb y 52.8 oz/TC Ag.

Por tanto, no tener la información correspondiente del estado actual de la laguna Umayo puede ocasionar la pérdida de calidad de los recursos como el agua, la fauna y la flora; debido a la minería informal y de los efluentes en la cabecera de cuenca, que es una realidad y preocupación que se incrementa hoy en día.

1.1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la concentración de mercurio (Hg) y cadmio (Cd) en los sedimentos de la laguna Umayo en el distrito de Atuncolla provincia Puno – 2018?

PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cuál es la concentración de mercurio (Hg) en los sedimentos de la laguna Umayo en el distrito de Atuncolla provincia de Puno – 2018?

¿Cuál es la concentración de cadmio (Cd) en los sedimentos de la laguna de Umayo en el distrito de Atuncolla provincia de Puno – 2018?

1.2 ANTECEDENTES

1.2.1 A NIVEL INTERNACIONAL

Según la Agencia Europea de Medio Ambiente (2018) se han encontrado antecedentes en Europa, la contaminación de los sedimentos y de la biótica debido a los productos químicos antropogénicos parecen que afectan prácticamente todos los mares europeos, se refieren fundamentalmente a las regiones occidental y nor-occidental de Europa. Se han detectado acumulaciones elevadas por encima de los niveles naturales de metales pesados en sedimentos, siendo aún más elevadas en los puntos cercanos a las fuentes de emisión. La acumulación de estas sustancias en los organismos es una amenaza para el ecosistema como para la salud humana.

Miranda (1997) manifiesta que, durante el periodo de abril de 1984 a febrero de 1985, en nueve estaciones de muestreo, dos de ellas fuera de la Bahía, informan que la contaminación por estos metales concentrados en los sedimentos es tan elevada como en otros estudios del mundo, siendo considerados con alto nivel de contaminación, Informan sobre la correlación lineal positiva entre los dos metales pesados, y entre éstos con los contenidos de materia orgánica. El método de evaluación se realiza por la extracción ácida de plomo y cromo de los sedimentos y posterior análisis de ellos por absorción atómica. Recomienda mantener constancia con el monitoreo de metales pesados en la Bahía, con rastreo del trayecto de los sedimentos.

Sanchez (2014) durante la etapa del año 2008, 2009 y 2013, y la mutagenicidad, mediante el bien establecido Test de Ames. Los metales se determinaron por impregnación atómica y la mutagenicidad se evaluó con cepas TA98 y TA100 de la bacteria *Salmonella Typhimurium*, donde se utilizó el extracto enzimático (S9) para aparentar el viable resultado mutagénico en mamíferos. Los resultados obtenidos indican una alta concentración de metales pesados en las muestras analizadas en este segmento y en el período de tiempo evaluado, se encontró una leve correlación con los índices de mutagenicidad observados, tanto en las temporadas secas especialmente en las temporadas lluviosas, después de la salida del cauce colector sur. Este trabajo de investigación hace parte del proyecto interdisciplinario aprobado y financiado por Colciencias, titulado “Evaluación de la actividad mutagenicidad de las aguas del río Cauca en el área urbana de la ciudad de Cali-Colombia, por medio del test de Ames”.

1.2.2 A NIVEL NACIONAL

Gómez (2005) en su estudio; se han investigado diferentes aspectos Limnológicos, tendientes a caracterizar el sistema lacustre. Se han realizado además estudios batimétricos, de calidad del agua, estado trófico, remoción de elementos por biota,

inventarios de biota, etc. Por otra parte, se han realizado estudios de hidrocarburos en aguas, no se ha investigado su aparición en sedimentos; por lo que se realizó una estimación del nivel de fosforo en la laguna de Limoncocha y su correlación con el estado trófico. Otros estudios realizados fueron los de Espinoza (2001), Andrade (2001) y Ayala (2003), quienes determinaron diversas características de la laguna de Limoncocha entre las que se encuentran la altitud promedio, profundidad promedio, área de la laguna, tiempo de residencia, caudal de salida, volumen total promedio, transparencia, tiempo de mayor estratificación y la hondura promedio de la termoclina. Finalmente se determinó la presencia de sedimento en dicha laguna y supone la presencia de metales pesados, tal como son las características en la contaminación de las aguas. Por otra parte, de haberse producido ingresos de hidrocarburos en la laguna, es posible que se hayan acumulado en los sedimentos, conservando un registro de lo ocurrido.

Salvá (2007) en su investigación obtuvo el grado de contaminación de la cuenca del Río Tablachaca (afluente del Río Santa) ubicado en las provincias de Pallasca - Ancash y Santiago de Chuco - La Libertad, así como también el de sus sub-cuencas, se evaluó tanto agua como sedimento. El monitoreo se realizó en el periodo de estiaje, agosto 2005 (15 estaciones) y en la temporada de lluvias, marzo 2006 (11 estaciones). En el campo se ubicó las estaciones con GPS, y en el agua se midió la temperatura, pH, conductividad y potencial Redox, además del caudal. En laboratorio se determinó en el agua los metales (Cu, Pb, Cd, As y Hg), sulfatos y turbidez; hallándose sedimentos y en los sedimentos se encontró los metales (Cu, Zn, Pb, Cd, As y Hg) y se efectuó también análisis granulométricos y mineralógicos. Se realizó además bioensayos con el agua del Río Boca Cabana, determinándose a éste como el más contaminado en época de estiaje.

1.2.3 A NIVEL REGIONAL

Checalla (2017) en su investigación se refiere a los efectos de los iones químicos y microorganismos existentes en los sedimentos de la bahía interior de la ciudad de Puno en el año 2016. La estructura de un sedimento aporta información concerniente de los diferentes ambientes de conformación y de sedimentación por los que ha pasado. El combinado de los datos y de los análisis químicos y mineralógicos de un sedimento reflejan la descripción del propio y los parámetros físicos, químicos, biológicos, etc. la investigación fue determinar el grado de contaminación, en la bahía interior de la ciudad de Puno, se tomó cuatro (04) muestras representativas de sedimentos; de la muestra obtenida se evaluó la cantidad de metales pesados y la aparición de coliformes totales; la metodología fue, no experimental. Los resultados obtenidos: cadmio (Cd), arsénico (As), cromo (Cr), cobre (Cu), fueron presentes como elementos tóxicos de la bahía interior del lago Titicaca de la ciudad de Puno, como indica la Calidad de los sedimentos canadienses, Directrices para el resguardo, De la existencia acuática. También se obtuvo los resultados bacteriológicos de los sedimentos de la bahía interior del lago Titicaca dando como resultado lo siguiente: NMP *coliformes* totales 210×10^6 MNP/100ml de lodo, NMP *coliformes* termo resistentes 90×10^6 MNP/100ml de lodo. Concluyéndose que sobrepasan los valores de los ECA de la Norma Peruana.

Quispe (2017) en la región de Puno la contaminación por la acción antropogénica ha sido uno de los problemas fundamentales en los cuerpos de agua, asimismo como en los ríos tributarios al lago Titicaca. El río Coata se encuentra claramente contaminado por residuos sólidos resultado de la labor humana de la ciudad de Juliaca, la entrada de los metales tóxicos y contaminantes al río, ocasionando la contaminación del agua, sedimentos y otro componente de la diversidad ecológica. El objetivo fue evaluar la presencia y el nivel de contaminación de las concentraciones de los metales pesados (cadmio, cromo y plomo) en los sedimentos superficiales, para ello se realizaron

muestreos en dos épocas (avenidas y estiaje) en cinco puntos estratégicos, analizándose la concentración de los metales mencionados en cada punto por el método de espectrometría por emisión atómica. La concentración mínima de cadmio fue 0,00mg/kg, del cromo 4,10 mg/kg y del plomo 3,75 mg/kg; siendo cromo (Cr) la que se encuentra en niveles más elevados, mientras cadmio (Cd) y plomo (Pb) se encuentran en niveles menores, por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para suelo del Ministerio del Ambiente. Los diferentes estudios comprueban que parte de la contaminación del río Coata es consecuencia de la descarga incontrolada de aguas residuales y residuos sólidos de la ciudad de Juliaca.

Apaza (2010) su estudio; tuvo como objetivo analizar el proceso de sedimentación y zona de deposición de los sedimentos, analizar los principales contaminantes que acarrear los sedimentos y determinar el efecto ambiental generado por la sedimentación. El área de estudio tuvo una extensión de 7, 286 Ha (72,86 Km²) donde la precipitación promedio anual es de 746,23 mm, donde lo agentes climatológicos y las actividades antrópicas son la causa del deterioro del suelo y la vegetación, provocando la colmatación de los alcantarillados, y además el grado de erosión en la microcuenca de Puno se ha determinado en un índice promedio de 11,50 tn/ha/año, cifra extremadamente superior a la recomendación por la FAO. Por lo que en esta investigación ha determinado la existencia de metales pesados en los sedimentos de la bahía de Puno en el Lago Titicaca, este estudio se ha realizado para su comprobación mediante el método del Espectrómetro de Absorción Atómica en el laboratorio del Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca cuyo elementos encontrados y analizados fueron: As, Pb, Hg y Cd.

Choque (2016) en su investigación de características físico-químicas de los sedimentos al momento de extraer se encontró un pH 6,86, la humedad fue de 81, 56%. Los resultados después de la bioprecipitación, la concentración de los metales totales de < 1,00, 6.2 y 85,45 mg/kg que se encontraron en sedimentos. Las

características químicas del sedimento en términos generales, en valores encontrados en dos grupos de composición metálica en fracción porcentual menor o igual ISQG 0,6-3,5 de cadmio (Cd) y níquel (Ni) en los sedimentos. El plomo (Pb) se encuentra dentro de los valores de 35,0 a 91,3 mg/Kg-l, que se encuentra dentro del estudio orgánico e inorgánico del sedimento.

Apaza (2016) una de las principales amenazas a las que se encuentra sujeta al cauce del río Suches es la contaminación por mercurio, ocasionada por la actividad minera. La investigación evaluó la concentración de mercurio en agua y sedimento del río Suches y reúne los resultados de la evaluación de niveles de mercurio en agua y sedimentos. El análisis evidencia que hay un marcado aumento de las concentraciones de mercurio durante los últimos años. La sistemática aplicada es de tipo cuantitativa, inicialmente, se caracterizó los parámetros físico químico del agua y sedimento del río, posteriormente se realizó la identificación del metal pesado. Los datos fueron obtenidos en el laboratorio acreditado del vecino país de Bolivia LCA. La presencia de mercurio en el agua, evidencia indicadores de baja contaminación, por debajo de los límites permisibles (generalmente 0,0002 ug/l). Estos valores han sido reportados en aguas de relave; su consecuencia en la ictiofauna, evidencia que los peces se encuentran por debajo de los límites permisibles para el consumo humano. Los sedimentos presentan baja concentración de mercurio; el presente estudio se limita en un tramo del inicio, centro y final de la zona de estudio. En conclusión, de acuerdo al cuadro de análisis de varianza muestra que existe una diferencia altamente significativa ya que la probabilidad es menor que $\alpha = 0,05$, los valores de pH establecidos como estándares nacionales de calidad ambiental para agua es de 6,5 – 8,5 para riego de vegetales y consumo de animales; para el presente estudio se ha obtenido valores de pH 7,4, 7,3 y 7,3 correspondientemente, estos datos en comparación con los estándares mencionados se encuentran dentro del rango normal.

Cabe mencionar que las características establecidas de los datos del pH; también es extensivos al consumo humano.

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar la concentración de mercurio (Hg) y cadmio (Cd) en los sedimentos de la laguna Umayo en el distrito de Atuncolla provincia de Puno – 2018.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar la presencia de mercurio (Hg) en mg/kg en los sedimentos de la laguna Umayo en el distrito de Atuncolla Provincia de Puno – 2018.

Determinar la presencia de cadmio (Cd) en mg/kg en los sedimentos de la laguna Umayo en el distrito de Atuncolla Provincia de Puno – 2018.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 MARCO TEORICO

2.1.1 EL AGUA

Según Jonson (1975) el agua sería la sustancia con alto nivel de proporción en la tierra. La abundancia de este elemento se convertiría en la más común de las sustancias, y además sus propiedades combinadas las hacen a la vez exclusiva para todo uso.

Las sales solubles en agua de los metales pesados como el plomo (Pb), cadmio (Cd) y mercurio (Hg) son considerablemente tóxicas y acumulables por los organismos que los absorben, los cuales a su vez son causantes de contaminación de las cadenas alimenticias al ser ingeridos por cualquiera de sus eslabones. Al ser ingeridos por el hombre, el agua y alimentos contaminados por los compuestos de mercurio (Hg), plomo (Pb) o cadmio (Cd) provocan ceguera, amnesia, raquitismo, miastenia o hasta la muerte. (Guevara, 1995, p. 56)

2.1.2 LAGOS Y LAGUNAS

Roldán (1992) llegó a la conclusión de que un lago es un cuerpo de agua de profundidades considerables; en cambio, laguna son cuerpos de agua poco profundos. Los lagos son formados en su mayoría en las altas montañas por proceso de deshielo o movimiento tectónico; en cambio, las lagunas se forman en las partes bajas de los ríos por procesos de desbordamiento de llanuras o por labor conjunta entre el mar y el río.

2.1.3 LAGOS EUTRÓFICOS, MESOTRÓFICOS Y OLIGOTRÓFICOS

Varinia (2008) en el lago se pueden distinguir tres tipos según la abundancia de nutrientes:

EUTRÓFICOS

Contienen aguas ricas en nutrientes, lo que facilita el incremento de las algas. En estos lagos, la luminosidad penetra con problema en las aguas y los seres vivos que habitan son los característicos de las aguas pobres en oxígeno.

MESOTRÓFICO

Contienen aguas que presentan características intermedias entre el estado eutrófico y oligotrófico.

OLIGOTRÓFICO

Con bajos niveles de nutrientes, por tanto, las algas no proliferan excesivamente, las aguas son claras y penetra la luminosidad con facilidad, el oxígeno es abundante y la flora y fauna es típica de aguas oxigenadas. (Varinia, 2008, p. 85)

2.1.4 METALES PESADOS

Los metales pesados son aquellos elementos con densidad superior y son unos de los contaminantes ambientales más peligrosos, debido a que no son biodegradables y a su potencial de bio-acumulación en los organismos vivos. Se consideran los siguientes: cadmio (Cd), cobre (Cu), mercurio (Hg), níquel (Ni), plomo (Pb) y zinc (Zn). (González et al., 2004, p.88).

2.1.5 MERCURIO (HG)

Sarmiento (1999) en la descripción que realiza; el mercurio (Hg) es un metal líquido a temperatura ambiente, que además de encontrarse en su estado elemental, se puede

hallar como derivados inorgánicos y derivados orgánicos. El mercurio elemental manifiesta, es poco soluble y por lo tanto poco tóxico al ingerirse, pero puede emitir vapores tóxicos a cualquier temperatura y ocasionar intoxicaciones agudas y crónicas por su aspiración. La toxicidad que presenta el mercurio depende drásticamente en el estado química en la que se encuentre. El metilmercurio es una de las formas con elevada toxicidad y es fácilmente unido en la cadena alimenticia y bio-acumulado en seres vivos. Afecta principalmente al sistema nervioso y puede provocar graves daños en el cerebro en estado fetal. Es activamente dañino para el sistema cardiovascular y puede ser cancerígeno.

2.1.5.1 EL MERCURIO ELEMENTO LIBRE

Doménech (2001) el mercurio elemental se emplea en cientos de aplicaciones, muchas de las cuales aprovechan su inusual propiedad de ser un líquido que conduce electricidad. Se utiliza en lámparas fluorescentes y en lámpara de mercurio empleadas para la iluminación, ya que los átomos de mercurio excitados emiten luz en la región de longitud de onda visible. Para Doménech (2001) también, el mercurio es el más volátil de los elementos, siendo su vapor latamente toxico.

De ello se puede deducir que se requiere una ventilación adecuada cuando el mercurio se utiliza en habitaciones cerradas, no permitiendo alcanzar a exposición máxima recomendada.

2.1.5.2 EL MERCURIO Y EL PROCESO CLOR-ÁLCALI

El Hg se utiliza una amalgama de sodio y mercurio en algunas plantas industriales de clor-álcali, en el proceso que convierte, por electrólisis, cloruro de sodio, líquido a los productos comerciales cloro e hidróxido de sodio (e hidrógeno). Para formar la disolución pura y concentrada de NaOH, se utiliza un flujo de mercurio que actúa como electrodo negativo (cátodo) de la celda

electroquímica. El sodio metálico que se produce por reducción en la electrólisis, se combina con el mercurio y se elimina de la disolución del NaCl sin que reaccione en el medio acuoso. (Doménech, 2001, p. 57)

2.1.5.3 OTRAS FUENTES DEL METILMERCURIO

Los compuestos orgánicos del mercurio se han utilizado como fungicidas en la agricultura y en la industria, y entran en el medio ambiente como efectos laterales de este uso, los compuestos se rompen y el mercurio queda retenido en forma de compuestos insolubles al unirse a los grupos de azufre en arcilla y en la componente orgánica. Por lo que; el mercurio se lixivía de las rocas, y del suelo hacia los sistemas acuosos por medio de procesos naturales, algunos de los cuales se aceleran a causa de las actividades humanas como se ha mencionado. Doménech (2001), Se puede concluir que la inundación de áreas con vegetación puede liberar mercurio al agua.

2.1.6 CADMIO (CD)

El cadmio forma parte de la composición natural de algunas rocas y suelos y provoca una liberación al medio ambiente cercana a 25000 toneladas. De otro lado, por vía antrópica las concentraciones en el ambiente pueden ser acumuladas notablemente. Ya que es un metal ampliamente utilizado en la industria y productos agrícolas, esto ha producido un aumento en su producción. El 5% del metal es reciclado y debido a su movilidad provoca significativamente la contaminación ambiental. (Marrueco, 1993, p. 86)

2.1.6.1 CADMIO EL ELEMENTO LIBRE

El cadmio se encuentra en el mismo subgrupo de la tabla periódica que el zinc (Zn) y el mercurio (Hg). Igual que el zinc (Zn) el único ión de cadmio (Cd). A igual que mercurio (Hg), los compuestos de cadmio (Cd) con aniones simples,

el cloruro, son sales iónicas en lugar de ser moléculas. La mayor parte del cadmio (Cd) se produce como subproducto de la fundición del zinc (Zn), ya que los dos metales se encuentran generalmente en la naturaleza. (Doménech, 2001, p. 65)

2.1.6.2 CADMIO AMBIENTAL

En forma tónica el principal uso del cadmio es como pigmento. Debido a que el color del sulfuro de cadmio depende del tamaño de las partículas, se pueden preparar pigmentos de cadmio (Cd) de distintos tonos. Tanto el Cd S como el Cd Se, se han utilizado extensamente para dar color a los plásticos. La última sal, también se utiliza en dispositivos fotovoltaicos (como las células fotoeléctricas) y en pantallas de televisión. Los pintores han utilizado pigmentos de sulfuro de cadmio en pinturas para producir amarillo brillante durante 150 años, y no se ha logrado prohibir el uso de esta sal ya que, hasta ahora, todavía no se ha encontrado un sustituto adecuado; van Gogh no hubiera podido pintar su famoso cuadro de los "girasoles" sin los amarillos de cadmio, aunque se especula que el envenenamiento por cadmio (Cd) podría haber contribuido al estado de angustia mental del pintor. (Doménech, 2001, p. 69)

Doménech (2001) el cadmio se emite al medio ambiente con la incineración de plásticos y otros materiales que lo contienen pigmento y estabilizante. La emisión a la atmósfera ocurre también al reciclar el acero chapado con cadmio, ya que el elemento es bastante volátil cuando se calienta.

2.1.7 SEDIMENTOS

Del Castillo (2008) los sedimentos ribereños están constituidos por la fracción sedimentable, orgánica y mineral de los sólidos suspendidos y por los desechos celulares de la actividad bacteriana.

Los sedimentos ribereños, pueden actuar como portadores y posibles fuentes de contaminación porque los metales pesados pueden ser liberados a la columna del agua por cambios en las condiciones ambientales como el pH, potencial rédox, oxígeno disuelto o la presencia de la materia orgánica. Además, que el aumento en el caudal y los cambios en la dinámica fluvial pueden afectar drásticamente la configuración del lecho y la distribución del tamaño de grano del sedimento a lo largo cause (Herrera et al., 2012, p. 27)

Ramírez (2004) según su descripción; se aprecia que los sólidos suspendidos que se encuentran en aguas naturales son 700 veces más que en los sólidos suspendidos provenientes de las descargas de desagües.

En la indagación de Wetzel (1981) nos indica que los depósitos de sedimentos en los lagos y lagunas funcionan como reserva de muchos de los nutrientes esenciales involucrados en el proceso de eutrofización. El Intercambio de nutrientes entre los sedimentos y el agua depende de las características químicas del agua y de sedimento.

Carmouze (1994) este compartimiento eco-sistémico de los sedimentos actúa como una reserva servible de nutrientes para la columna de agua, pues por un lado amortigua los aumentos de nutrientes en el medio provenientes de la descomposición de materia orgánica, A de más, compensan los déficits de nutrientes en periodos de alta demanda biológica.

2.1.7.1 VALORACIÓN

Rosas (2001) al analizar los metales pesados en sedimentos permiten se puede detectar la contaminación que puede ser no detectada mediante el análisis de las aguas, proporcionando información de las zonas críticas del sistema acuático. También manifiesta que la concentración de metales pesados, son tóxicas para los organismos. En consecuencia, para él, los

estudios de la fracción biodisponible de metales ligados a sedimentos son altamente significativo que la concentración total del metal en las corrientes fluviales.

2.1.8 METALES PESADOS EN AGUA Y SEDIMENTOS

Chapman (1989) los sedimentos, es un componente ecológicamente significativo en el hábitat acuático, es un reservorio natural de contaminación con metales pesados.

Jiménez (2001) la presencia de estos sedimentos es debido a los vertidos incontrolados a partir desde la industria como a la utilización de productos químicos tales como los pesticidas que van a parar a los sedimentos una vez que son trasladados desde zonas agrícolas por las aguas. según manifiesta, éstos son debido a los vertidos controlados tales como emisores submarinos que vierten aguas residuales principalmente domésticas, aunque en aquellas zonas donde no existe separación de tratamiento y conducción, se mezclan las aguas residuales, industriales con las domésticas, aumentando la carga contaminante y el nivel de toxicidad.

Rainbow (1995) la presencia de metales pesados en sistemas acuáticos fluviales se origina por las interacciones del agua con los sedimentos y la atmosfera con la que está en contacto, produciendo fluctuaciones en las concentraciones en el agua, como resultado de las fuerzas hidrodinámicas naturales, biológicas y químicas.

La liberación de metales pesados de los sedimentos promueve, un déficit de oxígeno disuelto, una disminución en el pH y potencial redox (Eh), un aumento en la mineralización y en la concentración de materia orgánica disuelta (DOM). (Linnik y Zubenko, 2000, p. 36)

2.1.9 ACUMULACIÓN DE CONTAMINANTES EN SEDIMENTOS

Pérez (2005) por sedimento contaminado se entiende aquél cuyo estado químico se desvía de la estructura habitual, es decir, la presencia de una sustancia presente en

niveles superiores a las naturales como resultado de la actividad humana y que, por lo tanto, pueden tener un efecto negativo en el medio ambiente hídrico y en sus componentes. Los sedimentos y los contaminantes contenidos en ellos, provocan algunas alteraciones en los cuerpos de agua, por ejemplo:

- a. Altos niveles de turbidez, limitan la penetración de la luz solar en la columna de agua, lo que ocasiona que se limite o impida el crecimiento de las algas y de plantas acuáticas enraizadas.
- b. Altos niveles de sedimentación, ocasionan la reducción de la profundidad y perturbaciones físicas en las características hidráulicas del cuerpo receptor.
- c. Los sedimentos son ingeridos por los peces; sin embargo, normalmente los sedimentos finos (en específico, la parte de carbono) conforma el abastecimiento alimentario de los organismos bénticos (que habitan en el fondo), que, a su vez, sirven son el sustento de organismos superiores.
- d. El fósforo y los metales pesados poseen fuerte atracción hacía la partícula de arcilla y a los recubrimientos de estas (como hierro y manganeso).
- e. Muchos de los contaminantes persistentes, bioacumulables y tóxicos, por ejemplo, los compuestos clorados incluidos en muchos plaguicidas, están fuertemente vinculados a los sedimentos.

Rodríguez y Ávila (1997) debido a los procesos fisicoquímicos de precipitación y sedimentación, algunos metales pesados que son introducidos en un sistema acuático son concentrados en los sedimentos. Por lo que según él; es de primordial importancia establecer el contenido natural que se tiene de esas sustancias y por consecuencia el contenido antropogénico.

Maya y Hansen (1995) cuando estos metales pesados se encuentren, en los sedimentos hace que el análisis de la fracción móvil o biodisponible de este medio pueda utilizarse como indicador para detectar la contaminación ambiental originada por la actividad humana; es por esto según el autor que; los sedimentos proveen

información valiosa sobre la historia de la calidad del cuerpo de agua, el análisis de metales pesados en núcleos de sedimentos, y que puede ser utilizado para poder interpretar la historia de la contaminación.

2.1.10 TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

En el transporte de los fragmentos continúa la erosión, si el recorrido es corto; por el contrario, si el recorrido es largo, los mismos serían más redondeados, según a los distintos efectos erosivos, durante más tiempo. En relación a las variaciones de la pendiente, energía y carga de sedimento, hay 3 tipos principales de transporte: suspensión, saltación y carga de fondo. (Boggs, 1995, p. 27)

Nichols (2009) en el transporte por saltación, la partícula es elevada en el fluido y vuelve a caer, hasta un momento que cesa el movimiento debido a que la energía del transporte es baja; por otra parte, él afirma que, el transporte por carga de fondo, consiste en que la partícula es elevada, en una pequeña fracción de su diámetro, la cual recorre menos distancia, donde los canales son menos estrechos y profundos. Este tipo está referido a la fracción de mayor tamaño del sedimento (arenas y gravas).

Nichols (2009) el transporte en suspensión, la partícula que es transportada es mantenida en el seno del fluido y es capaz de recorrer largas distancias. En términos generales manifiesta también que, los canales que transportan cargas en suspensión, son más estrechos y profundos, además de presentar mayor sinuosidad. Y afirma que este tipo está referido a la fracción más pequeña del sedimento (limo y arcillas).

2.1.11 ORIGEN DE LOS SEDIMENTOS DE LOS LAGOS

Hakson y Jansson (1993) los sedimentos profundos de los lagos se encuentran formados por granos finos. Estos sedimentos contienen materia orgánica y minerales de dos tipos: alóctenos y autóctonos.

A. Alóctonos; (son transportados al ambiente que los contiene) Depósitos terrígenos (limos, arenas, conglomerados, arcillas), depósitos piroclásticos.

B. Autóctonos; (se forman en el ambiente que los contiene) Precipitados químicos (carbonatos, evaporitas, cherts, fierro, fosfatos), concentración orgánica (carbón, petróleo, gas), concentraciones residuales (lateritas, bauxitas). (Hakson y Jansson, 1993, p. 70)

El componente inorgánico autóctono está constituido, en gran parte, por frústulas de diatomeas silíceas y quizás espículas de esponja, junto con carbonato de calcio precipitado por eventos biológicos. En lagos oligotróficos los depósitos son escasos y mineralizados. Su contenido orgánico es bajo porque la abundancia de oxígeno en las aguas que lo cubren favorece la degradación bacteriana.

El sedimento lacustre común de la eutrofia fue nombrado como Gyttja (barro) y descrito por un científico sueco llamado Ven Post. Este consiste en una mezcla de material húmico, fragmentos pequeños de plantas, restos de algas, granos de cuarzo y mica, frústulas de diatomeas, fragmentos de exoesqueletos de artrópodos acuáticos, reliquias de esporas y polen, y plancton que ha sido mezclado y modificado por la fauna bentónica que lo consume y contribuye con sus heces a su constitución.

Debido a que el sedimento tiene su origen en materia fecal la coprogénesis es un aspecto importante en su formación, de tal forma que el término utilizado anteriormente fue sustituido por "copropel", que surgió como un producto del trabajo realizado. Bajo este concepto según Hakson y Jansson (1993) se tienen tres clases de sedimentos:

- a. Copropel: En el copropel se encuentran nutrientes como el nitrógeno y el fósforo en forma abundante; el fósforo se encuentra comúnmente unido al hierro, al aluminio, y en menos cantidad al calcio. Los pigmentos de las plantas pueden ser extraídos.

- b. Sapropel: Son depósitos profundos que están sujetos a períodos extraordinariamente largos de anoxia donde se prevalecen condiciones reductoras, se forma otro sedimento orgánico. Es un
- c. material negro brillante muy empapado de agua y sin la estructura del copropel. Tiene olor a huevo putrefacto del H_2S , contiene gas metano, gas de pantano (CH_4) y debe su resplandeciente color negro al sulfuro ferroso.
- d. Sedimentos distróficos: Los sedimentos de la distrofia se llaman dy y fueron descritos inicialmente como muy parecidos al copropel de las aguas eutróficas, pero con un alto contenido de humus ácido. El contenido de material orgánico es mayor en él (en las aguas del lago o laguna). El término se refiere usualmente a un material amarillo-castaño, floculento y fibroso derivado en gran parte de la turba de los juncos del pantano o de fuentes alóctonas. (Hakson y Jansson, 1993, p. 73)

2.1.12 EFECTOS PERJUDICIALES DE LOS SEDIMENTOS EN EL AGUA

Hakson y Jansson (1993) algunos efectos ocasionados por la abundante presencia de sedimentos en el agua:

- a. Se llenan los depósitos de cauces del arroyo y puertos: Esto causa que los cauces se inunden más fácilmente, alterando las proporciones de flujo y profundidades del cauce, y reduciendo así la vida útil de los depósitos.
- b. Extinción de los animales acuáticos: El sedimento que se encuentra en el fondo reduce la población de peces y otros microorganismos, esto se da debido a la reducción de alimentos.
- c. Reduce la penetración de luz en el agua: La reducción del ingreso de luz solar en el agua produce una alteración en la fotosíntesis de las plantas, y con esto una pérdida de oxígeno en el agua. Estos producido por la sedimentación de metales pesados en las aguas.

- d. Produce turbidez en el agua: Esto alteraría a la pesca si se necesitara visibilidad, para su realización. Como también se encuentra directamente relacionada con la actividad de animales y plantas acuáticas. (Hakson y Jansson, 1993, p. 78)

2.1.13 CONTAMINACIÓN POR SEDIMENTOS

Burton (2002) en su definición; un sedimento contaminado se define como el material acumulado en el fondo de un cuerpo de agua conteniendo sustancias químicas en altos niveles en correlación a criterios toxicológicos, o que puede tener efectos negativos en el ambiente y en la salud humana.

Forsten (1981) la acumulación de metales de origen antropogénico en los sedimentos y su relativa facilidad de intercambio entre las fases sólida y líquida, unidos a la toxicidad intrínseca de alguno de ellos, convierte a los sedimentos en unos compartimentos metálicos de alta peligrosidad. Por tanto, manifiesta que es necesario determinar el contenido de estos metales pesados en los sedimentos y poder detectar fuentes de contaminación en los sistemas acuáticos, por descargas ilegales, que puedan producir fuertes acumulaciones de emisión de focos contaminantes.

2.1.14 EVALUACIÓN DE SEDIMENTOS CONTAMINADOS

Para el INA (1999) este es un problema relevante y complejo cuando se requiere introducir medidas de cuidado y protección del sistema acuático, o planear obras de dragado y disposición del refulado para conservar canales de navegación con hondura adecuados. Estas operaciones por tanto según el INA son complejas debido a la variabilidad que presenta los sedimentos en cuanto a sus características físicas, químicas, bioquímicas y biológicas; lo mismo indican que no se cuenta con una metodología consistente y unificada de evaluación y el manejo adecuado de los sedimentos.

En esta misma línea para Ingersoll (1995) la calidad de los sedimentos se ha determinado históricamente a partir de mediciones de la concentración total de los compuestos individuales comparados con valores de base o de referencia. Sin embargo, también manifiesta que, la cuantificación de los contaminantes por sí sola no es suficiente para poder determinar posibles efectos adversos sobre los organismos, o la disposición de los diferentes materiales.

MacDonald et al. (2000) cuando se derivan niveles guías, se trabaja sobre los supuestos de que dichos valores pueden ser utilizados como medidas directas de los efectos potenciales de la contaminación en sedimentos en los organismos bentónicos. De igual forma manifiesta que estos valores han tenido numerosas aplicaciones incluyendo diseños de programas de monitoreo, interpretación de datos históricos, evaluación de las necesidades de estudios de calidad de sedimentos, estudio de calidad de materiales de dragar, evoluciones de riesgo ecológico y remediación entre otros para su evaluación.

Tabla 01: Criterios de calidad de sedimentos

DOCUMENTOS		CRITERIOS	MÉTODO DE DERIVACIÓN
CANADA	Canadian Council of Ministers of the environment CEQG, 2002	ISQG Guía interina de calidad de sedimentos Nivel de efecto probable	Enfoque estadístico, derivado utilizando datos de bases efectos biológicos para sedimentos
HOLANDA	Estándares de calidad de sedimentos IADC/CEDA, 1997	VR: Valores de referencia MPCsed: Concentración de valores permitida. VI: Valor de intervención.	VR= MPCsed/100 MPCsed= Enfoque teórico determinado. Por normalización a carbono orgánico. Enfoque estadístico derivado utilizando datos de bases efecto biológico para sedimentos.
EE.UU.	Long y Morgan 1991	ERL: Rango bajo de efecto ERM: Rango medio de efecto.	Enfoque estadístico derivado, utilizando datos de bases efectos bilógicos para sedimentos.
EE. UU	McDonald, 2000	TEC: Umbral de efecto probable. PEC: Concentración de efecto probable.	A partir de medias geométricas de valores derivados por diferentes métodos. Enfoque estadístico, derivado, utilizando datos de bases efectos biológicos para sedimentos.

2.1.15 MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL

A partir de la Conferencia referente al medio ambiente en Estocolmo-Suecia (1972), y la Conferencia de las Naciones Unidas sobre medio ambiente y progreso, en Brasil (1992), el Perú se adscribió en materia de legislación ambiental. Una evidencia es el ordenamiento oficial organizado en convenio con los principios internacionales y de derecho ambiental.

2.1.15.1 MARCO LEGAL

Formado por la Ley General de Aguas (1969) y su normatividad complementaria vigente, que establece.

El Ministerio de Salud, mediante la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), es la Autoridad Sanitaria cumplidor de la conservación, monitoreo e inspección de la calidad de los bienes hídricos.

Inciso 3.1 Aguas Superficiales

- Decreto Supremo N° 29338 –ley de recursos hídricos.
- Decreto Supremo N° 261-69-AP - Reglamento de los Títulos I, II y III del Decreto Ley N° 17752.
- Decreto Supremo N° 274-69-AP/DGA - Reglamento del Título IV “De las Aguas Subterráneas”, D.L. N° 17752.
- Decreto Supremo N° 41-70-A - Complementación del Reglamento del Título III del D.L. N° 17752.
- Ante la falta de un valor límite permitido para el parámetro de Hidrocarburos Totales de Petróleo y Cloruros en la norma peruana, se ha optado como referencia el nivel máximo permisible, determinado en la Norma Técnica de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes en el recurso hídrico del Ecuador, “Aguas de zonas de conservación de flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas”; esto debido a que el

procedimiento de evaluación aplicados en la norma ecuatoriana se asemeja a las circunstancias evaluadas del recurso del presente estudio.

2.1.15.2 DECRETO SUPREMO. (N° 004-2017-MINAM)

DECRETA:

Artículo 1.- Objeto de la norma

Esta norma tiene por objetivo compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el Agua, quedando a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte del mismo. Esta normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los decretos supremos.

Artículo 2.- Aprobación de los estándares de calidad ambiental para agua

Aprobado los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, que como Anexo conformando parte del presente Decreto Supremo.

Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Para el empleo de los ECA para Agua, se debe observar las siguientes precisiones sobre sus categorías:

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Son aquellos cuerpos naturales de agua superficiales que forman fracción de ecosistemas frágiles, hábitats naturales resguardados y/o zonas de disminución, con características requieren ser protegidas.

Subcategoría E1: Lagunas y lagos

Se entiende como aquellos depósitos naturales de agua lenticos, que no tienen corriente continua, incluyendo humedales.

Subcategoría E2: Ríos

Son aquellos cuerpos naturales de agua loticos, que se mueven permanentemente en una sola dirección:

- Ríos de la costa y sierra

Son aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la pendiente hidrográfica del Pacífico y del Titicaca, y en la zona alta oriental de la Cordillera de los Andes, por encima de los 600 msnm.

- Ríos de la selva

Son aquellos ríos y sus afluentes, ubicados en la parte baja de la pendiente oriental de la Cordillera de los Andes, por debajo de los 600 msnm, incluyendo las zonas meándricas.

2.1.15.3 DERECHO AMBIENTAL DE CANADÁ

EPA (2017), El ministerio de medio ambiente, conservación y parques trabaja para proteger y mantener la calidad del aire, tierra y agua. También coordina las acciones sobre el cambio climático en nombre de comunidades más saludables, la protección ecológica y la prosperidad económica; en el cuadro de las leyes y políticas ambientales generales:

a) Leyes y políticas ambientales generales

En integridad, del medio ambiente federal-provincial del régimen político canadiense, no existe una ley única que establezca un cuadro de referencia nacional a la protección del medio ambiente en Canadá.

En enero de 1998, el Consejo Canadiense de Ministros de Medio Ambiente (*Canadian Council of Ministers of the Environment o Conseil canadien des ministres de l'Environnement*), con la excepción de Quebec, firmaron el Acuerdo General Canadiense de Armonización en Materia Ambiental (*Canada-wide Accordon Environmental Harmonization o Accordpan canadien sur l'harmonisation environnementale*), en el que se exhorta a los gobiernos a velar

colectivamente a fin de lograr el nivel de defensa ambiental más alto posible para los habitantes canadienses. Conforme se establece en este acuerdo, los gobiernos instrumentan los sub-acuerdos en base a estas normas y en la evaluación del medio ambiente aplicando sus facultades de forma coordinada. Algunos de los resultados logrados.

- La conclusión de cuatro sub-acuerdos bilaterales entre las provincias y el gobierno federal conforme al sub-acuerdo sobre la evaluación ambiental como guía para la colaboración en tema de evaluaciones ambientales que requieran la aprobación de dos niveles de gobierno.
- El establecimiento en junio de 2000 de normas pan-canadienses enfocadas a proteger la salud de la población canadiense con el mejoramiento de la calidad del aire. Cada una de las normas incluye un límite numérico, un tiempo límite, y un límite para la elaboración de informes de avance.
- Normas enfocadas para fiscalizar la calidad del aire, para partículas y ozono en suelo: precursores del esmog en un medio urbano.
- Normas enfocadas a controlar las emisiones de mercurio -potente neurotóxico que se bio-acumula en la red alimentaria acuática- provenientes de la incineración y fusión de metales comunes.
- Un objetivo nacional orientado a disminuir las emisiones de benceno, elemento cancerígeno.

Derechos y responsabilidades generales en motivo del medio ambiente Federal.

El primordial ordenamiento de la legislación ambiental federal es la Ley Canadiense de defensa Ambiental, de 1999 (*Canadian Environmental Protection Act, EPA*, o *Loicanadienne sur la protection de l'environnement*, LCPE (1999)). Esta ley pretende cambiar la precaución de la contaminación en el enfoque preferido de la seguridad ambiental. La CEPA 1999 está subdividida

en 12 partes que abarcan diferentes aspectos de la protección del medio ambiente (éstas se describen en los capítulos de este resumen):

- Primera parte: Aplicación
- Segunda parte: Participación de la ciudadanía
- Tercera parte: Recopilación de información y establecimiento de objetivos, directrices y códigos de práctica
- Cuarta parte: Precaución de la contaminación
- Quinta parte: Materias tóxicas
- Sexta parte: Resultado de la biotecnología
- Séptima parte: Inspección de la contaminación y manipulación de residuos
- Octava parte: Temas en materia de emergencias ambientales
- Novena parte: Procedimientos de gobierno, territorios patrimoniales y tierras indígenas
- Décima parte: Registro de aplicación
- Decimoprimera parte: Diversas disposiciones
- Decimosegunda parte: Reformas correlativas, supresión, disposición transitoria e implementación.

Tabla 02: EPA method 200.7 rev. 4.4. 1994

METALES	UNIDAD	MÉTODO DE ANALISIS	LIMITE DE DETECCIÓN
Mercurio (Hg)	mg/kg		0,02
Aluminio (Al)	mg/kg		0,4
Antimonio (Sb)	mg/kg		0,3
Arsénico (As)	mg/kg		0,4
Bario (Ba)	mg/kg		0,05
Birilio (Be)	mg/kg		0,002
Bismuto (Bi)	mg/kg		0,2
Boro (B)	mg/kg		0,2
Cadmio (Cd)	mg/kg		0,03
Calcio (Ca)	mg/kg		2
Cobato (Co)	mg/kg		0,07
Cobre (Cu)	mg/kg		0,2
Cromo (Cr)	mg/kg		0,08
Estaño (Sn)	mg/kg		0,07
Estroncio (Sr)	mg/kg		0,05
Fosforo (P)	mg/kg		0,3
Hierro (Fe)	mg/kg		0,6
Litio (Li)	mg/kg		0,8
Magnesio (Mg)	mg/kg		0,8
Manganeso (Mn)	mg/kg		0,3
Molibdeno (Mo)	mg/kg		0,09
Niquel (Ni)	mg/kg		0,2
Plata (Ag)	mg/kg		0,2
Plomo (Pb)	mg/kg		0,4
Potasio (K)	mg/kg		5
Selenio (Se)	mg/kg		0,6
Silicio (Si)	mg/kg		0,4
Sodio (Na)	mg/kg		2

Talio (Tl)	mg/kg	0,3
Titanio (Ti)	mg/kg	0,07
Vanadio (V)	mg/kg	0,2
Zinc (Zn)	mg/kg	0,1

Fuente: EPA-Canadá

2.2 MARCO CONCEPTUAL.

2.2.1 AGUA

El agua es el elemento con mayor proporción en la Tierra. Su abundancia la convierte en la más común de las sustancias, pero sus propiedades combinadas las hacen a la vez exclusiva.

2.2.2 LAGUNAS

Roldán (1992) la laguna es un término para designar cuerpos de agua poco profundos, las lagunas se forman en las partes bajas de los ríos por procesos de inundación de llanuras o por consecuencia conjunta entre el mar y el río.

2.2.3 METALES PESADOS

González et al. (2004) los metales pesados es aquel elemento con densidad superior y son unos de los contaminantes ambientales más peligrosos, debido a que no son biodegradables y a su potencial de bio-acumulación en los organismos vivos. Se consideran los siguientes: cadmio (Cd), cobre (Cu), mercurio (Hg), níquel (Ni), plomo (Pb) y zinc (Zn).

2.2.4 SEDIMENTOS

Los sedimentos son tomados casi siempre como un tipo de contaminantes debido al proceso natural de erosión. Al existir exceso de sedimentos producidos por una alteración de este proceso se convierte en el más extenso agente contaminante en aguas superficiales.

2.3 HIPÓTESIS

2.3.1 HIPÓTESIS GENERAL

Existe elevada concentración de mercurio (Hg) y cadmio (Cd) en los sedimentos de la laguna Umayo en el distrito de Atuncolla provincia de Puno – 2018.

2.3.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

Existe presencia de mercurio (Hg) en los sedimentos de la laguna Umayo en el distrito de Atuncolla provincia de Puno – 2018.

Existe presencia de cadmio (Cd) en los sedimentos de la laguna Umayo en el distrito de Atuncolla provincia de Puno – 2018.

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 ZONA DE ESTUDIO

El área de estudio se ubica en la laguna Umayo en el distrito de Atuncolla provincia de Puno.

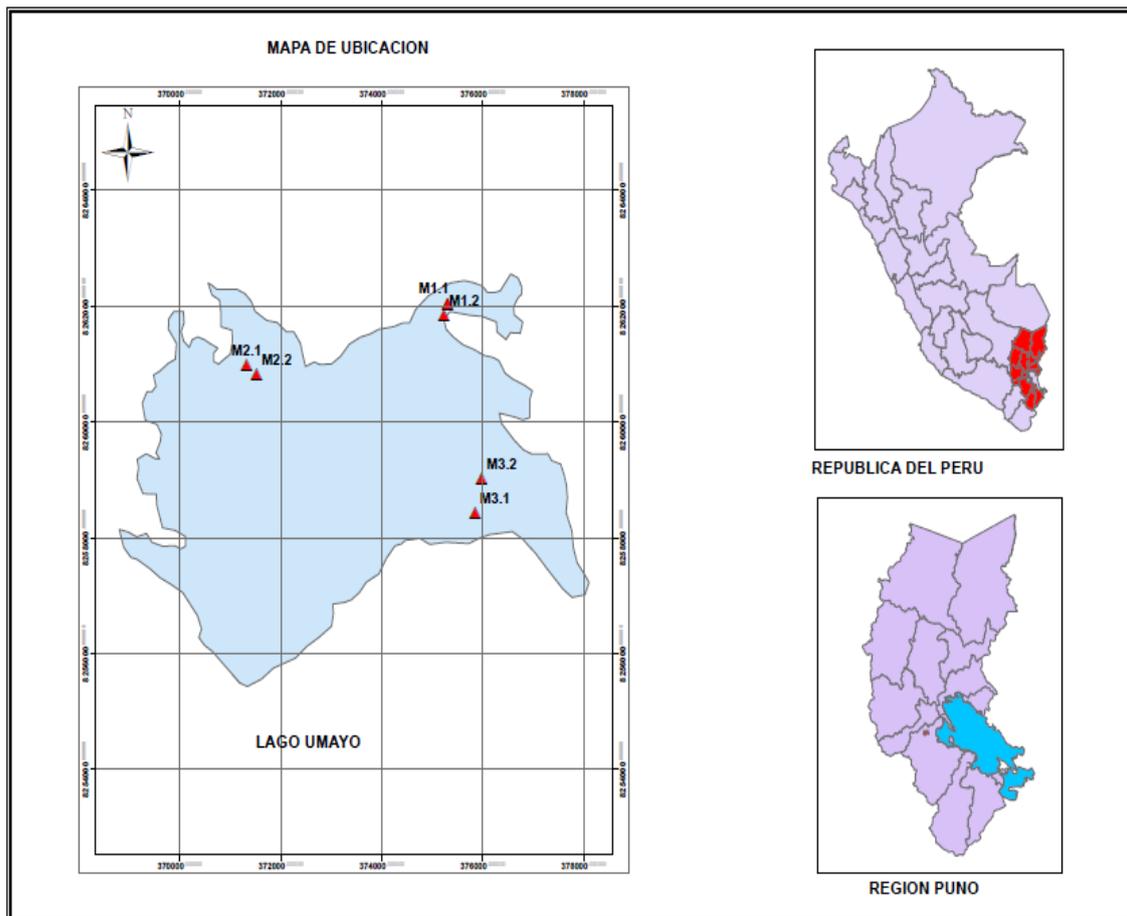


Figura 01: Plano satelital de la laguna Umayo - Atuncolla

3.2 TAMAÑO DE MUESTRA

La población de la presente investigación estará representada por los sedimentos en la laguna de Umayo en el distrito de Atuncolla en la región de Puno.

Se analizó en los sedimentos concentraciones de metales pesados siendo el tema de esta investigación. La determinación de Mercurio (Hg) y Cadmio (Cd) en los puntos de muestreo, los cuales fueron establecidos al azar y por la accesibilidad de trabajo en la zona de muestro de la laguna de Umayo.

3.3 MÉTODO Y TÉCNICAS

3.3.1 EL MÉTODO

Para el cumplimiento de los objetivos de la investigación se desarrolló con el siguiente procedimiento metodológico:

Se muestreo en 3 puntos las muestras de sedimentos, en muestra 1 – punto 1 con la coordenada UTM. 375298,56 M. Este - 8262038,56 M. Norte de la comunidad de Cakchi de distrito de Atuncolla de departamento de Puno, punto 2 con la coordenada UTM 375225,00 M. Este – 8261842 M. Norte de la comunidad de Cakchi de distrito de Atuncolla de departamento de Puno, en la muestra 2 - punto 1 con la coordenada UTM 371314,00 M. Este – 8260985 M. Norte de la comunidad de San Jeronimo de Ollacachi de distrito de Atuncolla de departamento de Puno, punto 2 con la coordenada UTM 371512 M. Este – 8260815 M. Norte de la comunidad de San Jeronimo de Ollacachi de distrito de Atuncolla de departamento de Puno, en la muestra 3 - punto 1 con la coordenada UTM 375841,34 M. Este - 8258419,25 M. Norte de la comunidad de Chingarani de distrito de Tiquillaca de departamento de Puno, punto 2 con la coordenada UTM 375973 M. Este – 8259017 M. Norte de la comunidad de Chingarani de distrito de Tiquillaca de departamento de Puno, las técnicas de muestreo se aplicaron en áreas, y luego para extraer sedimentos mediante el equipo de draga Ekman, las muestras se guardaron en bolsas de plástico herméticamente selladas para evitar el proceso de

oxidación de las mismas se llevó al laboratorio LAS (Laboratorios Analíticos del Sur – Arequipa), se descartaron el exceso de agua y se secura la muestra a temperatura ambiente por debajo de 40°C hasta masa constante.

Para USEPA (2017) El pre-tratamiento de los sedimentos se realizó mediante la digestión de la muestra, se utilizó el horno de microondas (horno de microondas Anton Paar), luego a un rango de temperatura a 175 ° C. La metodología que se aplicó según USEPA 3051^a (USEPA), 1998. 0,25 g. las muestras de sedimento se transfirieron a tubos de teflón añadiendo 9 ml. HNO₃ y 3 ml. HCl. Los tubos se mantendrán en un sistema cerrado.

3.3.2 TÉCNICAS

Para realizar el análisis de las muestras: Se muestreo, conservo y llevo al laboratorio las muestras para ser analizadas.

a) ANÁLISIS QUÍMICO DE MUESTRAS

Las muestras se procesaron y determinaron concentraciones de metales pesados; según:

Inicialmente las muestras de diferentes matrices se analizaron por fluorescencia de rayos X por reflexión total, se utilizó la técnica semi cuantitativa, con el fin de identificar la presencia de mercurio (Hg) y cadmio (Cd), después se analizaron las muestras seleccionadas mediante la técnica de absorción atómica por horno de grafito, dado que este posee un nivel de detección más alto que las otras técnicas. A continuación, se detallan los procedimientos que se seguirán para cada técnica.

- Fluorescencia de rayos x por reflexión total

Para la técnica de fluorescencia de rayos X por reflexión total, el equipo que se utilizara es de análisis de TXRF con exaltación por tubo de Rayos X del Centro de

Investigación y Aplicaciones Nucleares (CIAN-FIA-UES), el cual contara con un generador de rayos X marca SIEMENS modelo KRISTALOFLEX 760, con un tubo de rayos X, con ánodo de Molibdeno; los espectros serán obtenidos en el sistema de espectrometría de rayos X, constituido por un detector de Silicio activado con Litio, con ventana de Berilio y su electrónica asociada; y será almacenados en una PC mediante el software Aptec. La técnica de fluorescencia de rayos X por reflexión total se utilizará para el análisis semi-cuantitativo de las muestras, para esto, se requerirá de una serie de pasos.

- Adición de estándar interno a las muestras. Con el objetivo de disminuir los efectos debido a las variaciones en la configuración geométrica y a la ubicación de cada muestra en el cuarzo (porta muestra) y detector del 88 equipo, se agregará a las muestras ya digestadas una solución patrón de Galio “estándar interno”. Las muestras serán enriquecidas con una concentración de Galio de 3 ppm y 5 ppm, siendo estas concentraciones valores aproximados a los esperados para los metales pesados analizados en las diferentes matrices.
- Lavado de cuarzo para análisis por luminiscencia de rayos X por reflexión total. En el análisis por luminiscencia de rayos X por reflexión total, el cuarzo se utilizará como muestra, este deberá estar totalmente limpio y con una superficie lo más lisa posible, para no repercutir en fallas durante el análisis. Dado la importancia del cuidado de la muestra, se siguió un protocolo de limpieza.
- Preparación de estándares para la obtención de curvas de calibración. Para la curva de calibración se preparó soluciones patrón del multi-elemento de concentración 1000 ppm, a concentraciones de 1 y 5 ppm de cada uno de los elementos.

- Espectroscopia de absorción atómica con horno de grafito

Debido a la exactitud que se obtuvo mediante la técnica de espectroscopia de absorción atómica con horno de grafito, se utilizó para el análisis cuantitativo de las muestras. Para la técnica de espectroscopia de absorción atómica con horno de grafito el equipo que se utilizó un espectrofotómetro de absorción atómica iCE 3000, el cual contara con un monocromador tipo *Eschelle*, el tipo de lámpara de carrusel es lámpara codificada de autoalineación, horno atomizador GFS35 y con correcciones de fondo del tipo de línea cuádruple garantizada de deuterio o sistemas de CA *Zeeman*. Para el análisis, se requerirá de una serie de pasos para establecer el estado óptimo del equipo y así obtener resultados representativos.

- Preparación de las soluciones de blanco para matrices de sedimento y biomasa. Con el fin de realizar una cuantificación más representativa, el equipo de espectroscopia de absorción atómica por horno de grafito requerirá fijar el cero de absorbancia para lo cual será necesario la utilización de soluciones blanco. Para las soluciones blancas será necesario el procedimiento de digestión sin incluir las muestras, esto con el fin de descartar cualquier interferencia que pueda tenerse en la absorbancia de las muestras.
- Establecimiento del límite de detección del método. El método del equipo de espectroscopia de absorción atómica por horno de grafito, consistirá en el establecimiento del límite inferior de absorbancia, el cual se obtendrá de la absorbancia del blanco para los metales mercurio (Hg) y cadmio (Cd).
- Metodología, análisis de matrices por la técnica de espectroscopia de absorción atómica con horno de grafito y calibración del equipo. Después de ejecutar los procedimientos, se procederá a la utilización del equipo Espectrómetro iCE-3000 para la cuantificación de los metales mercurio (Hg) y cadmio (Cd) en distintas matrices.

b) MATERIALES Y EQUIPOS.

Siguiendo los criterios de selección respecto a los equipos y materiales utilizados en tipos de accesorios se detallan a continuación:

Protocolo de ensayo para mercurio**Equipos:**

- Equipo de absorción atómica SHIMADZU AA-6800
- Generador de Hidruros
- Horno de grafito GFA-EX7
- Inyector automático, Autosampler ASC-6100
- Computadora
- Plancha térmica
- Balón de Argón, 99.999% de pureza

Protocolo de ensayo para cadmio**Equipos:**

- Equipo de Absorción Atómica SHIMADZU AA-6800
- Horno de grafito GFA-EX7
- Inyector automático, Autosampler ASC-6100
- Computadora
- Plancha térmica
- Balón de Argón, 99.999% de pureza

Materiales

- Un recipiente de plástico
- Guante de látex
- Botas de jebe.
- Libreta de apuntes.
- GPS

- Marcadores
- Cinta masking
- Cinta métrica

Equipos

- Laboratorio para análisis de sedimentos,
- Recipientes
- Balanza gramera.
- Cámara,
- Computadora portátil (con los programas necesarios)
- Software Microsoft office (Excel, Word, Power Point)
- Software google Earth
- Software Map Source
- Y otros.

3.4 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Tabla 03: Identificación de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	PARÁMETROS	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Dependiente: Determinación de mercurio (Hg) y cadmio (Cd).	Análisis químico de mercurio (Hg) y Cadmio (Cd).	Nivel de concentración	mg/kg	Concentración
Variable independiente: Sedimentos de la laguna Umayo	Presencia de concentraciones de metales pesados en la sedimentación	Puntos de muestreo	Kg	masa

3.5 DISEÑO ESTADÍSTICO

Se tiene un tipo de estudio Descriptivo-Analítico. Descriptivo, porque las variables en estudio son mediadas y resumidas a través de tablas, gráficos y estimadores poblacionales, tales como las medidas de tendencia central:

- Media o promedio: $\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$

Y medidas de dispersión, como:

- Varianza: $s^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n-1}$
- Desviación estándar: $s = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$

Es analítico debido a que se realizaron comparaciones de los parámetros estimados con los valores establecidos por las normas de Canadá.

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se exponen los resultados obtenidos en el análisis de mercurio (Hg) y cadmio (Cd) en Sedimentos de la Laguna Umayo en el Distrito de Atuncolla de departamento de Puno.

4.1 EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE MERCURIO (Hg) Y CADMIO (Cd) EN SEDIMENTOS.

Se considera relevante el estudio realizado sobre contaminación de los sedimentos en la laguna Umayo se encontró la presencia de metales pesados, aquellos que generan consecuencias tóxicas. Los valores hallados, comprobados metodológicamente a los que efectúa EPA Canadá, pueden utilizarse como referencia, en particular los referidos a los compuestos orgánicos ya que están normalizados al contenido de carbono orgánico de los sedimentos. Se indica también los valores para los metales pesados, ya que estas estimaciones han sido realizadas acorde a valores de concentraciones totales del metal en el sedimento.

Los sedimentos se encuentran contaminados por lo que es necesario confirmar su categorización como residuos tóxicos. En este caso, los niveles altos afectan la salud de todos los organismos que residen en el sedimento y a la biota del sistema de la columna de agua que depende de los mismos.

En las tablas y gráficos se especifican los resultados obtenidos de los metales pesados en sedimentos de agua en la laguna de Umayo. Para las concentraciones obtenidas de los metales mercurio (Hg) y cadmio (Cd) en sedimentos del presente

estudio, considerando los límites de contaminantes para sedimentos se comparó con los criterios de calidad medioambientales de acuerdo a los límites dispuestos en la normativa internacional de Canadá directrices de calidad de sedimento canadienses para la protección de vida acuática.

4.2 RESULTADOS DE METALES PESADOS EN SEDIMENTOS.

Se detallan a continuación los resultados de los valores enunciados para los metales pesados del mercurio (Hg) y cadmio (Cd)

Tabla 04: Resultados del análisis de concentración de mercurio (Hg) en sedimentos de la laguna Umayo – 2018

MERCURIO	Hg (mg/kg)	CAN (mg/kg)
MUESTRA 1 PUNTO 1	0.04	
MUESTRA 1 PUNTO 2	0.04	
MUESTRA 2 PUNTO 1	0.04	
MUESTRA 2 PUNTO 2	0.14	0,02
MUESTRA 3 PUNTO 1	15.07	
MUESTRA 3 PUNTO 2	0.04	
Promedio	2.56	0.02

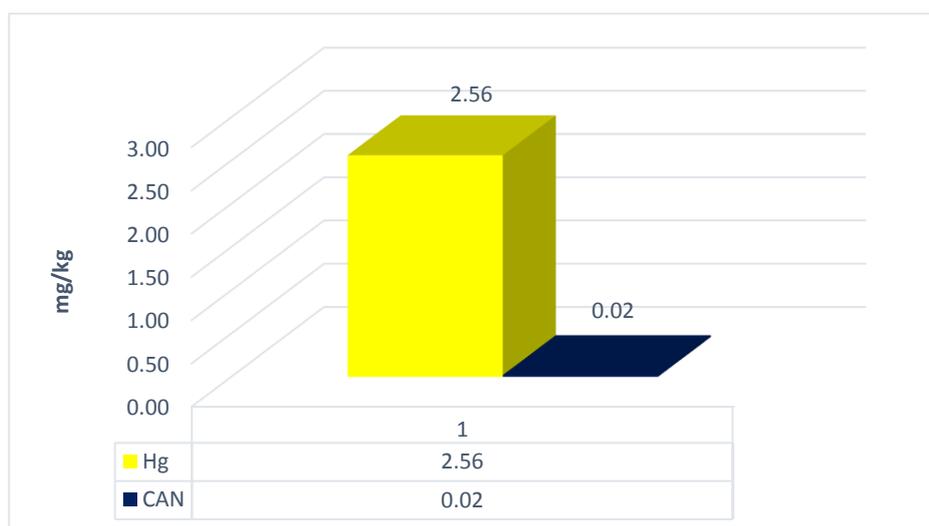


Figura 02: Resultados del análisis de concentración de mercurio (Hg)

Tabla 05: Concentración de mercurio (Hg)

Muestra	Hg	CAN
1	0.04	0.02
2	0.09	0.02
3	7.56	0.02

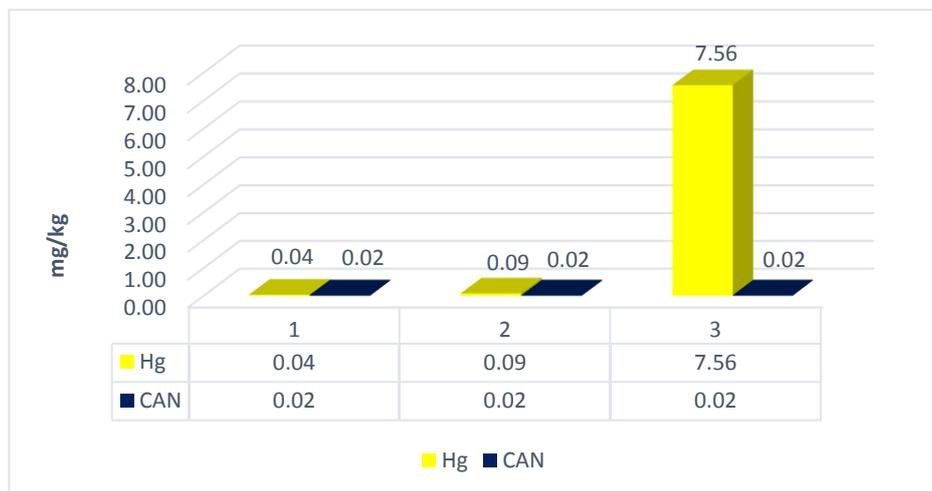


Figura 03: Análisis comparativo de concentración de mercurio (Hg)

En la tabla 04 se observa los resultados de laboratorio de las concentraciones encontradas en de mercurio (Hg) en los sedimentos analizados con la unidad de medida de miligramos por kilogramo (mg/kg), teniendo un límite de detección de mínimo de 0,04 mg/kg esta concentración es encontrada en la muestra 1 en los puntos 1 y 2; en la muestra 2 en el punto 1 y en la muestra 3 en el punto 2; se observa que en el punto de monitoreo 1 de la muestra 3 se encuentra la mayor concentración siendo esta 15,07 mg/kg. Contrastando los valores obtenidos, Canadá establece el valor de 0,02 mg/Kg. (Ver tabla 05).

Según los resultados emitidos por el laboratorio, se observa presencia de los altos niveles de concentración de mercurio (Hg) siendo el promedio de 2,56 mg/Kg, los sedimentos de la laguna Umayo; confirmado en los diferentes puntos de estudio, así como se puede apreciar en la (tabla 04). Salvá. (2007) encontró niveles de concentración en mercurio (Hg) 0,00082 mg/L

Tabla 06: Resultados del análisis de concentración de cadmio (Cd) en sedimentos de la laguna Umayo – 2018

CADMIO	Cd (mg/kg)	CAN (mg/kg)
MUESTRA 1 PUNTO 1	6.06	
MUESTRA 1 PUNTO 2	5.36	
MUESTRA 2 PUNTO 1	10.61	
MUESTRA 2 PUNTO 2	8.84	0,03
MUESTRA 3 PUNTO 1	1.09	
MUESTRA 3 PUNTO 2	1.68	
Promedio	5.61	0.03

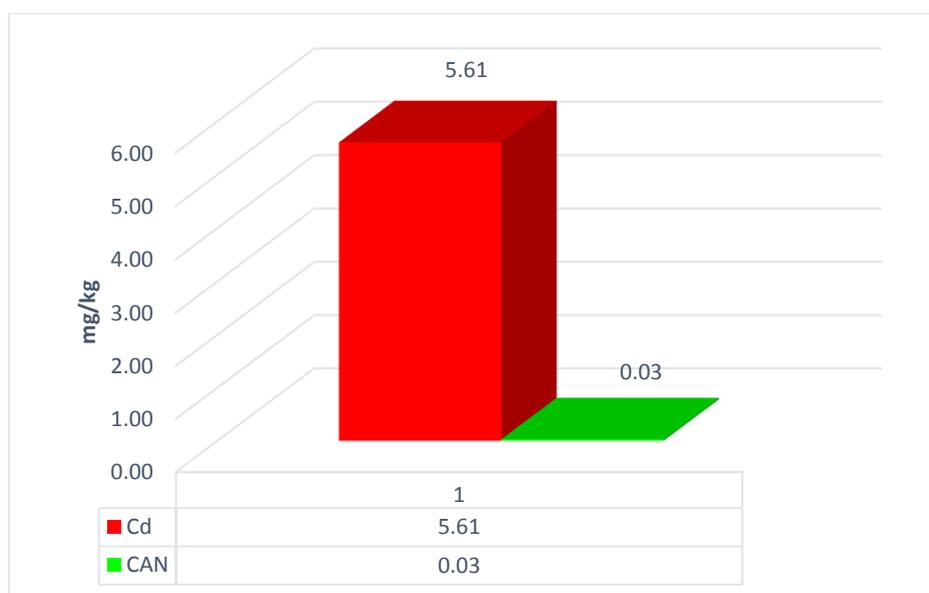


Figura 04: Resultados del análisis de concentración de cadmio (Cd)

Tabla 07: Concentración de cadmio (Cd)

Muestra	Cd	CAN
1	5.71	0.03
2	9.73	0.03
3	1.38	0.03

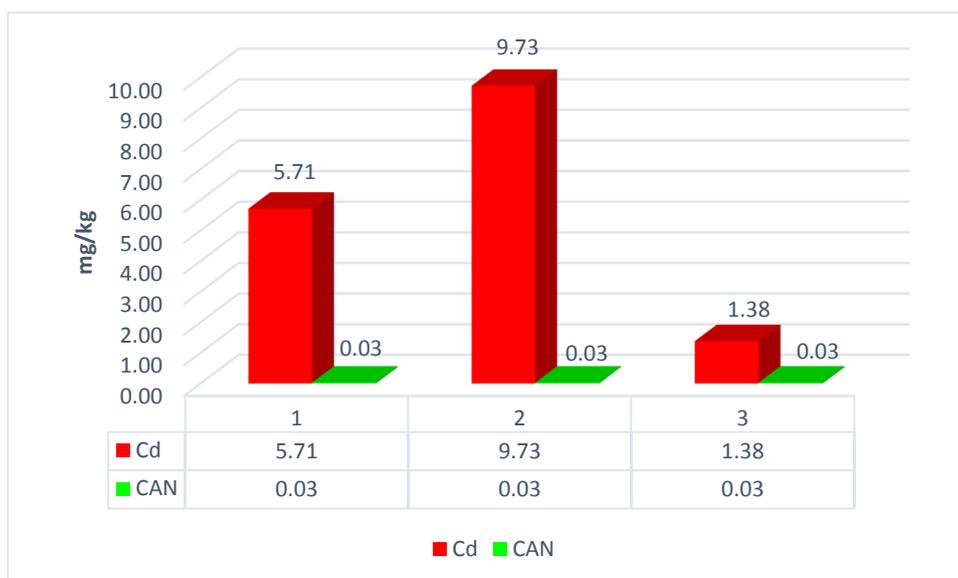


Figura 05: Análisis comparativo de concentración de cadmio (Cd)

En la tabla 06 se observa los resultados de laboratorio de la presencia de cadmio (Cd) en el análisis a los sedimentos cuya unidad de medida de miligramos por kilogramo (mg/kg), teniendo un límite de detección de mínimo de 1,68 mg/kg esta concentración es encontrada en la muestra 3 en el punto 2; la mayor concentración encontrada es 10,61 mg/kg en la muestra 2 punto 1. Contrastando los valores obtenidos con los establecidos, Canadá establece el valor de 0,4 mg/Kg. (Ver Tabla 06). Salvá (2007) encontró niveles de concentración en cadmio (Cd) 0,0094 mg/L y Quispe (2017) encontró niveles de concentración en cadmio (Cd) 0,00 mg/kg.

Tabla 08: Resultados del análisis de concentración de plomo (Pb) en sedimentos de la laguna Umayo – 2018

PLOMO	Pb (mg/kg)	CAN (mg/kg)
MUESTRA 1 PUNTO 1	8.05	
MUESTRA 1 PUNTO 2	4.56	
MUESTRA 2 PUNTO 1	14.92	0,4
MUESTRA 2 PUNTO 2	12.02	
MUESTRA 3 PUNTO 1	0.26	
MUESTRA 3 PUNTO 2	0.76	
Promedio	6.76	0.4

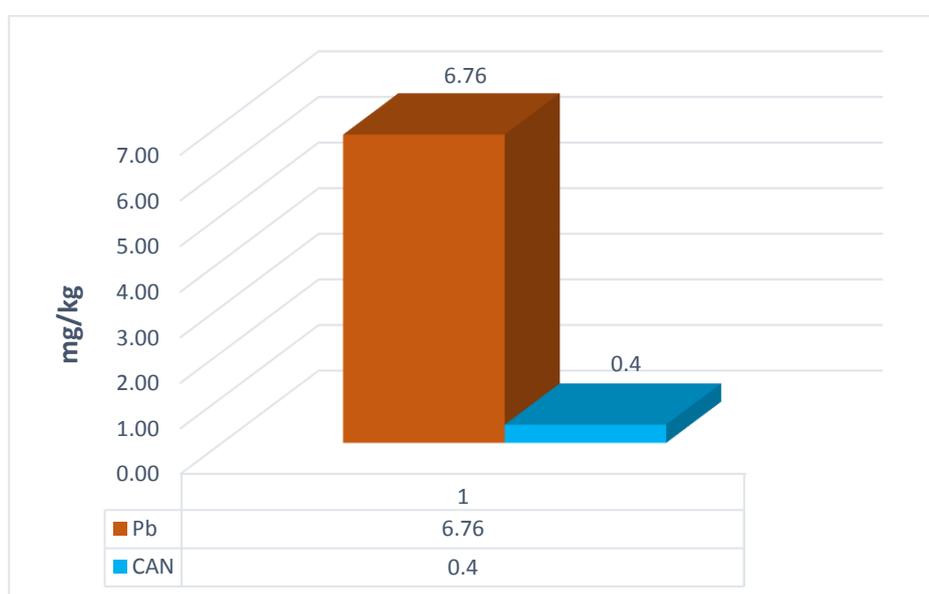


Figura 06: Análisis comparativo de concentración de plomo (Pb)

Tabla 09: Concentración de plomo (Pb)

PLOMO	Pb	CAN
1	6.30	0.4
2	13.47	0.4
3	0.51	0.4

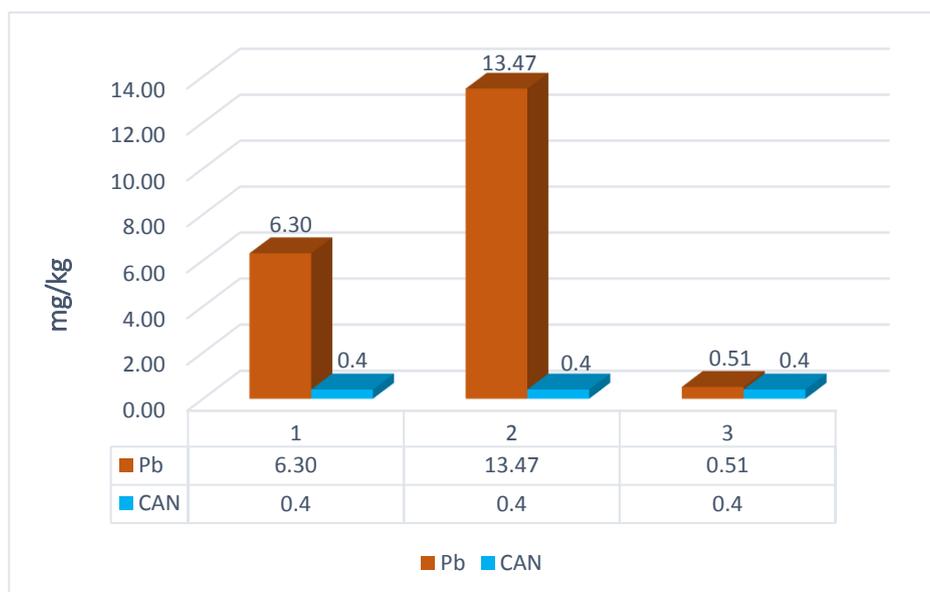


Figura 07: Análisis comparativo de concentración de plomo (Pb)

En la tabla 08 se observa los resultados de laboratorio de la presencia de plomo (Pb) en el análisis a los sedimentos cuya unidad de medida de miligramos por kilogramo (mg/kg), teniendo un límite de detección de mínimo de 0,26 mg/kg esta concentración es encontrada en la muestra 3 en el punto 1; la mayor concentración encontrada es 8,05 mg/kg en la muestra 1 punto 1. Contrastando los valores obtenidos con los establecidos, Canadá establece el valor de 0,4 mg/Kg. (Ver Tabla 08). Salvá (2007) encontró niveles de concentración en plomo (Pb) 0,181 mg/L y Quispe (2017) en plomo (Pb) 3,75 mg/kg.

Tabla 10: Resultados del análisis de concentración de bario (Ba) en sedimentos de la laguna Umayo – 2018

BARIO	Ba (mg/kg)	CAN (mg/kg)
MUESTRA 1 PUNTO 1	142.12	0,05
MUESTRA 1 PUNTO 2	149.75	
MUESTRA 2 PUNTO 1	298.69	
MUESTRA 2 PUNTO 2	308.86	
MUESTRA 3 PUNTO 1	237.27	
MUESTRA 3 PUNTO 2	157.76	
Promedio	215.74	0.05

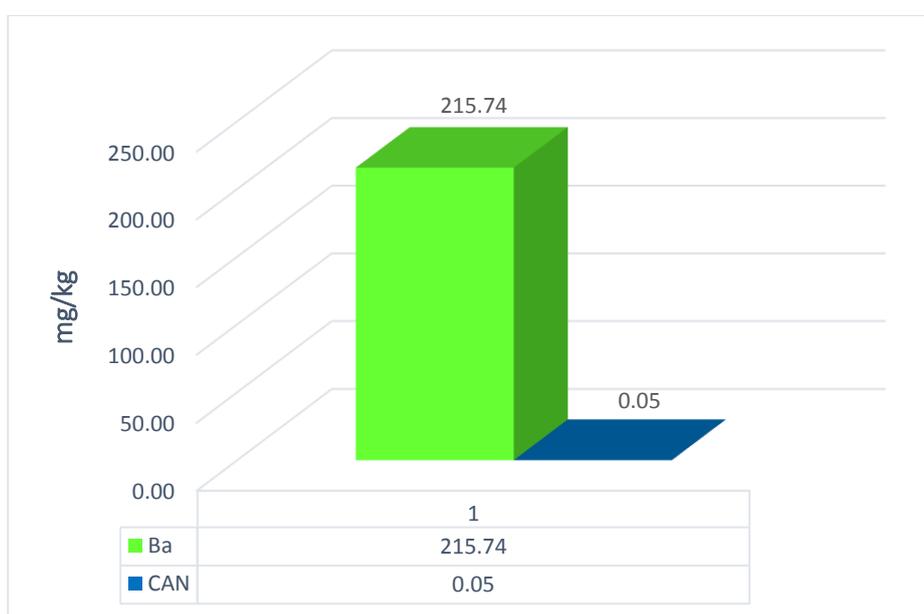


Figura 08: Análisis comparativo de concentración de bario (Ba)

Tabla 11: Concentración de bario (Ba)

BARIO	Ba	CAN
1	145.94	0.05
2	303.78	0.05
3	197.52	0.05



Figura 09: Análisis comparativo de concentración de bario (Ba)

En la tabla 10 se observa los resultados de laboratorio de la presencia de bario (Ba) en el análisis a los sedimentos en la laguna Umayo; cuya unidad de medida de miligramos por kilogramo (mg/kg), teniendo un límite de detección de mínimo de 142,12 mg/kg esta concentración es encontrada en la muestra 1 en el punto 1; la mayor concentración encontrada es 308,86 mg/kg en la muestra 2 punto 2. Contrastando los valores obtenidos con los establecidos, Canadá establece el valor de 0,05 mg/Kg. (Ver Tabla 10).

Tabla 12: Resultados del análisis de concentración de arsénico (As) en sedimentos de la laguna Umayo – 2018

ARSENICO	As (mg/kg)	CAN (mg/kg)
MUESTRA 1 PUNTO 1	9.14	
MUESTRA 1 PUNTO 2	7.07	
MUESTRA 2 PUNTO 1	0.12	0,4
MUESTRA 2 PUNTO 2	7.93	
MUESTRA 3 PUNTO 1	5.28	
MUESTRA 3 PUNTO 2	7.92	
Promedio	6.24	0.4

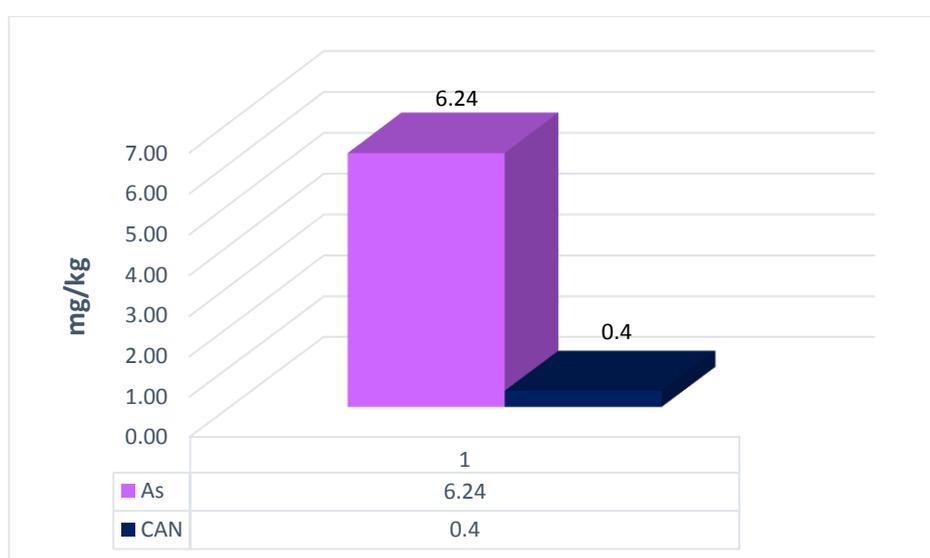


Figura 10: Análisis comparativo de concentración de arsénico (As)

Tabla 13: Concentración de arsénico (As)

BARIO	As	CAN
1	8.10	0.4
2	4.03	0.4
3	6.60	0.4



Figura 11: Análisis comparativo de concentración de arsénico (As)

En la tabla 12 se observa los resultados de laboratorio de la presencia de arsénico (As) en el análisis a los sedimentos en la laguna Umayo; cuya unidad de medida de miligramos por kilogramo (mg/kg), teniendo un límite de detección de mínimo de 0,12 mg/kg esta concentración es encontrada en la muestra 2 en el punto 1; la mayor concentración encontrada es 9,14 mg/kg en la muestra 1 punto 1. Contrastando los valores obtenidos con los establecidos, Canadá establece el valor de 0,4 mg/Kg. (Ver Tabla 12). Salvá (2007) encontró niveles de concentración en arsénico (As) 0,2375 mg/L.

4.3 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DEL MERCURIO

Los valores de las concentraciones de mercurio (Hg) en sedimentos obtenidos en las estaciones de muestreo y puntos exceden el límite máximo permisible determinado en los criterios de calidad para la conservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas sobrepasa el límite señalado en la normativa internacional canadiense.

La concentración de mercurio (Hg) en el punto de muestreo 3 superó el valor considerado normal por las normativas, detectándose el más alto nivel en el sedimento que sobrepasa el límite señalado en la normativa internacional Canadian: *Canadian Environmental Quality Guidelines*

El mercurio es un elemento que produce efectos tóxicos en los organismos vivos, incluso en concentraciones de bajo nivel. Y que afectando de manera directa el sistema nervioso central y periférico.

4.4 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DEL CADMIO

Los valores de las concentraciones de cadmio en sedimentos obtenidos en las zonas de muestreo y puntos exceden el límite máximo permisible determinado en los criterios de calidad de conservación para la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas sobrepasa el límite indicado en la normativa internacional canadiense.

La concentración de cadmio (Cd) en el punto de muestreo 2 supero el valor considerado normal por las normativas, detectándose el más alto nivel en el sedimento que sobrepasa el límite señalado en la normativa internacional Canadian: *Canadian Environmental Quality Guidelines*

La fuente más importante de descarga de cadmio (Cd) al medio ambiente es la quema de combustibles fósiles o la quema de la basura doméstica. El cadmio (Cd) es un metal pesado que produce consecuencias tóxicas en los organismos vivos, aun en concentraciones muy pequeñas.

4.5 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN GENERAL

Como resultado general tenemos que; en todas las muestras analizadas, se encontró alto niveles de cadmio (Cd) y mercurio (Hg) en los sedimentos de la laguna Umayo contrastando con la norma internacionales (EPA-canadiense). El mayor riesgo puede ser el aumento en la concentración de estos metales pesados en los lechos sedimentarios y primordialmente su incorporación a las cadenas Tróficas y bioacumulación en los organismos.

Estos valores pueden ser al ingreso de aguas residuales domésticas con altos contenidos de jabón y detergentes en cuya formulación se incluyan compuestos inorgánicos, residuos sólidos como plásticos y aguas de riego con plaguicidas u otros insumos agrícolas como fertilizantes en áreas de cultivo próximas a la orilla de la laguna Umayo, que ingresan al acuífero. Por la presencia de altos niveles de metales pesados en los sedimentos puede estar directamente vinculado con la actividad humana.

De la misma forma, las precipitaciones por lluvias con compuestos de metales pesados que se encuentran en el aire formando parte de pequeñas partículas de polvo que van formando los sedimentos contaminantes en el acuífero. La erosión de rocas y suelos pueden introducir pequeñas cantidades en la atmósfera, donde se transforma el mercurio (Hg) y cadmio (Cd) que pueden ser trasladadas al agua y a los sedimentos por la lluvia.

Sin embargo, la actividad que recibe el mayor impacto ambiental es la agricultura, aun cuando el aporte proveniente de fuentes naturales se debe considerar; dos tercios de la contaminación mundial por mercurio en agua y sedimentos se deben a contaminación antropogénica.

Los metales pesados son bioacumulables en el tiempo, estos deben de estar constantemente monitoreados, para la evaluación del mayor aumento en las concentraciones de los mismos. En la laguna Umayo requiere realizarse estudios durante un año, para considerar la movilización de los metales pesados como el mercurio (Hg) y cadmio (Cd) por acción del agua de lluvias por medio de esorrentías e infiltraciones y uso de agroquímicos.

Por lo que los metales pesados presentes en los sedimentos de la laguna Umayo pueden provenir tanto de fuentes naturales como de la actividad humana.

CONCLUSIONES

PRIMERO: Al analizar los sedimentos se demuestra la presencia de niveles de concentración de metales pesados como el mercurio (Hg) con un promedio de 2,56 mg/Kg y cadmio (Cd) con un promedio de 5,61 mg/Kg, plomo (Pb) con promedio de 6,76 mg/Kg, bario (Ba) con promedio de 215,74 mg/Kg y arsénico (As) con promedio de 6,24 mg/Kg. en los sedimentos superficiales de la laguna Umayo

SEGUNDO: Se determinó la presencia de Mercurio (Hg) en los puntos de muestreo, en el punto de monitoreo 1 de la muestra 3 en el valor hallado es de 15,07 mg/kg, contrastando con la normativa Canadian que establece el valor de 0,02 mg/Kg se demuestra con ello que la concentración es significativamente elevada.

TERCERO: Las concentraciones de Cadmio (Cd) tienen un promedio de 5,61 mg/Kg, en el punto de muestra 2 se encuentra la mayor concentración con un valor de 9,72 mg/kg, este valor al ser contrastado con la normativa Canadien se establece que el valor de 0,03 mg/Kg sobre pasan significativamente en valor establecido.

RECOMENDACIONES

PRIMERO: A las autoridades pertinentes:

- Por los altos niveles de concentraciones de Mercurio (Hg) y Cadmio (Cd); se recomienda ejecutar un monitoreo o estudios sucesivos para cuantificar los niveles contaminantes además de los ya mencionados, otros metales pesados tanto en los puntos evaluados como en otros sitios y a diferentes profundidades de la laguna Umayo.
- Realizar investigaciones en los ríos afluentes de la laguna Umayo, en diferentes épocas del año con el fin de establecer programas de minimización de los contaminantes más importantes.
- Establecer medidas de control para los residuos sólidos que se genera en los alrededores de la laguna Umayo.

SEGUNDO: A posteriores investigaciones en la Universidad Privada San Carlos ampliar los estudios ambientales de metales pesados y tomar como prioridad el Mercurio para conocer los valores normales de los sedimentos no contaminados y a partir de ella establecer los umbrales promedio que representa la toxicidad y estos debe ser contratado con estudio de efecto en plantas, animales y seres humanos; teniendo en cuenta que los resultados de las muestras tienen una variabilidad cuantitativa entre cada una de ellas.

BIBLIOGRAFÍA

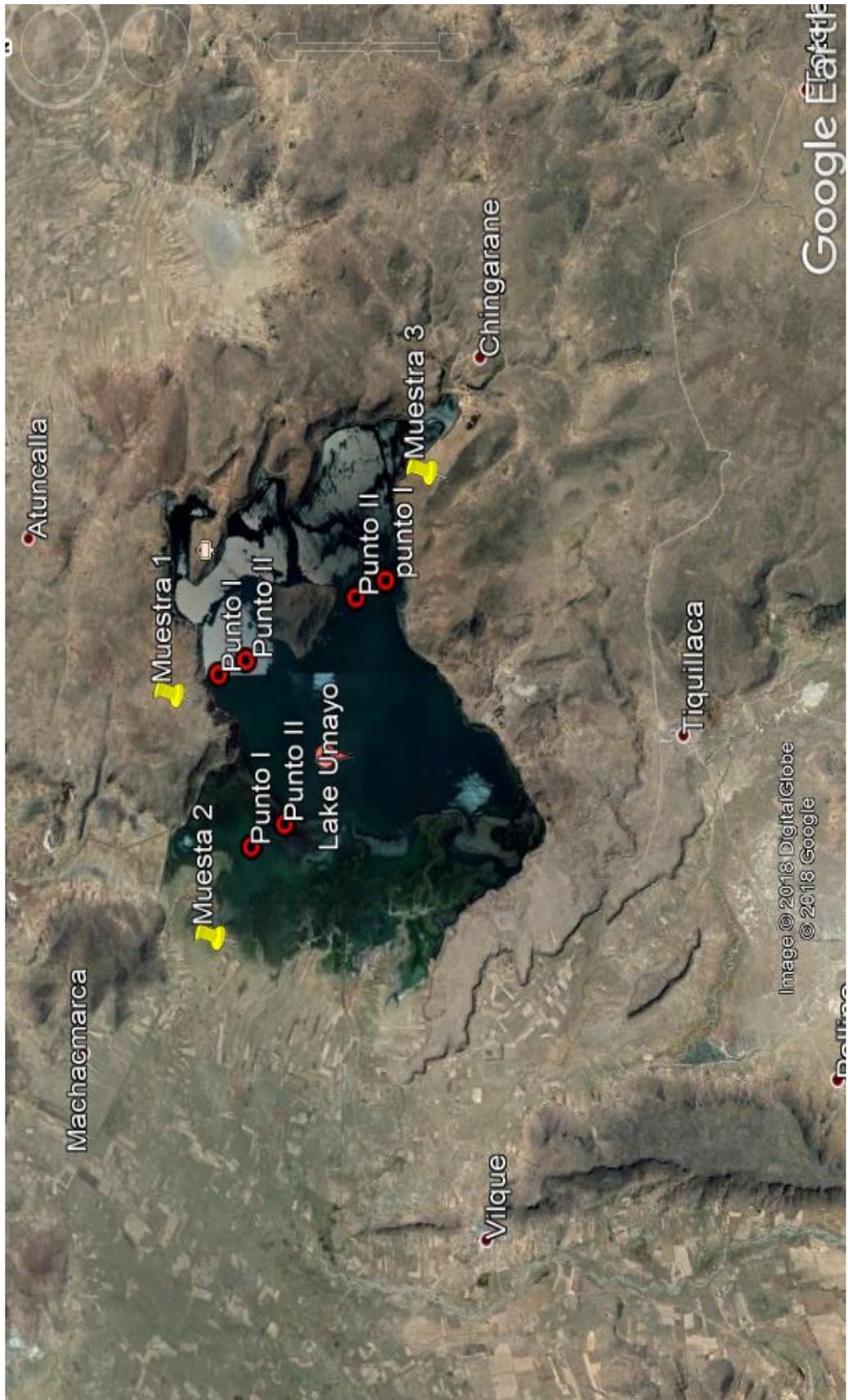
- Agencia Europea de Medio Ambiente. (2018). Medio ambiente marino y litoral (Capítulo 10). El medio ambiente en Europa: segunda evaluación, <http://www.eea.europa.eu/es/publications/92-828-3351-8/10es.pdf>.
- Apaza, H. (2016). Determinación del contenido de mercurio en aguas y sedimentos del río Suches-Zona Bajo Paria Cojata-Puno. Puno: s/e.
- Apaza, I. (2010). Análisis del proceso de sedimentación e impacto ambiental de la bahía de Puno entre Chimu y Chullune. Puno: s/e.
- Boggs, S. (1995). Principios de sedimentología y estratificación. New Jersey: Prentice Hall.
- Burton, G. (2002). Sediment quality criteria in use around the World. s/c: Limnology.
- Canahuiri Oblitas, A. E. (2014). Recuperación de mineral oxidado valioso del relave de la planta concentradora de Tiquillaca – Puno. Puno: Universidad Altiplano - Puno.
- Chapman, P. (1989). la corriente se acerca a criterios de calidad de sedimento que se desarrollan. s/c: Toxicología Ambiental y Química.
- Checalla, R. (2017). Efectos de iones químicos y micro - organismos existentes en los sedimentos de la bahía interior de la ciudad de Puno - 2017. Puno: Universidad San Carlos.
- Choque, M. (2016). Remoción de iones de Cd (II), Pb (II) y Ni (II) de los lodos sedimentados en la Bahía de Puno, utilizando bioabsorbentes acuoso de la semilla de Tarwi (*Lupinus mutabilis*). Puno: s/e.
- Del Castillo, I. (2008). Teoría de la depuración biológica. Costa Rica: Universidad Nacional.
- Doménech, X. (2001). Metales Tóxicos Pesados. Barcelona: REVERTÉ S.A.
- EPA. (2017). Entorno y Cambio climático Canadá - Actos y Regulaciones. Canadá: Agency (EPA).
- Forsten, U. (1981). Contaminación metálica en el Entorno acuático. Berlín: Edición 24.
- Gautheytou, P. y. (2006). Manual de análisis de suelos. Berlín: Springer.
- Gómez, G. (2005). Estudios de los Sedimentos de la Laguna de Limoncocha. Quito: s/e.
- González Delgado, M. N., Orozco Barrenetxea, C., Pérez Serrano, A., Aalfayate Blanco, J. M., & Rodroguéz Vidal, F. (2004). Contaminación ambiental: una visión desde la química. España: Paraninfo.

- Guevara, J. (1995). Toxicología. España: Mac Graw Hill.
- Hakson, L. & Jansson, M. (1993). Principios de sedimentología. Berlín: s/e.
- Heike, W. &. (1996). Ingeniería ambiental. Madrid: s/e.
- Herrera, J., Rodríguez, J., Coto, J. M., Salgado, V., & Borbón, H. (2012). Evaluación de metales pesados en los sedimentos superficiales del río Pirro. Costa Rica: Tecnología en Marcha.
- INA. (1999). Estudio para la Determinación de Valores Guía, Criterios de Calidad y Procedimientos para el Manejo de Sedimentos a Dragar. s/c: Instituto Nacional del Agua.
- Ingersoll, C. (1995). Prueba de sedimento. En: Fundamental de toxicología acuática. Washington: s/e.
- Jiménez, J. (2001). Sedimentos marinos contaminados y alternativas de actuación con énfasis en la técnica de recubrimiento. Barcelona: Ed. Universidad Politécnica de Cataluña.
- Jonson, E. (1975). El agua subterránea y los pozos. Minnesota: Inc. Saint Paul.
- Linnik, M. & Zubenko, I. (2000). Papel de sedimentos inferiores en la contaminación secundaria de entornos acuáticos por compuestos de metales pesados. s/c: Investigación y gestión.
- MacDonald, D., Ingersoll, C., & Berger, T. (2000). Development and Evaluation of Consensus-Based. s/c: Toxicol.
- Marrueco, L. (1993). Toxicología Clínica. Barcelona: Springer-Verlag Iberica.
- Maya, P. & Hansen, A. (1995). Competencia de iones mayores en la migración química de cadmio y plomo en sedimentos del lago de Chapala, México. México: Ingeniería Hidráulica.
- Miranda, D. (1997). Estudio de contaminación por Plomo y Cromo en la Bahía de Cartagena. Bogotá: DBUNC.
- Nichols, G. (2009). Sedimentología. Oxford: Wiley-Blackwell.
- Pérez, G. (2005). Disponibilidad de metales tóxicos en sitios contaminados. "Aplicaciones y limitaciones de la fracción en la determinación de gradientes de polución". Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Quispe, R. (2017). Evaluación de la concentración de metales pesados (cromo, cadmio y plomo) en los sedimentos superficiales en el río Coata. Puno: s/e.

- Rainbow, P. (1995). Vigilancia biológica de metales pesados disponibilidad en el medio marítimo. s/c: Mar. Pull. Bull.
- Ramírez, J. (2004). Caracterización del sedimento de una laguna tropical raza. Medellín: Universidad Antioquia.
- Rodríguez, S, & Ávila, P. (1997). La acción de metales estancados en "José Antonio Alzate" acumulando el sedimento en el estado de México. México: Diario de Química Nuclear.
- Roldán, G. (1992). Fundamentos de Limnología neotropical. Colombia: Editorial Universitaria.
- Rosas, H. (2001). Estudio de la contaminación por metales pesados en la cuenca del Llobregat. Universidad Politécnica de Cataluña.
- Salvá, M. (2007). Evaluación ambiental de aguas superficiales y sedimentos en la cuenca del rio Tablachaca. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Sanchez, R. (2014). Determinación de la contaminación por metales pesados en las aguas del rio Cauca, en la zona urbana de la ciudad de Cali. Santiago de Cali: Universidad del Valle.
- Sarmiento, M. (1999). Evaluación del Impacto de la Contaminación del embalse de Muña sobre la salud humana. Revista de Salud Pública, 159-171.
- Soto Godoy, M. (2011). Mitigación con Caliza chancada de las Aguas Acidas de la cancha de relaves en la Planta Metalúrgica de Tiquillaca Puno. Puno: UNA.
- USEPA. (19 de enero de 2017). Agencia de Protección de Medio Ambiente: Métodos Spectroquant para medir el medio ambiente. Recuperado el 10 de enero de 2017, de Agencia de Protección de Medio Ambiente: Métodos Spectroquant para medir el medio ambiente: <https://www.epa.gov/>
- Varinia. (02 de agosto de 2008). Tipos de Lagos-Varinia.es. Recuperado el 2018 de mayo de 10, de Tipos de Lagos-Varinia.es: varinia.es/blog/2008/08/02/tipos-de-lagos-segun-la-temperatura-del-agua/
- Wetzel. (1981). Limnología. Barcelona.: Ediciones Omega S.A.

ANEXOS

ANEXO 01: IMAGEN DE UBICACIÓN DEL ÁREA DE LA INVESTIGACIÓN



Fuente: Google Earth Pro

ANEXO 02: GALERÍA DE FOTOS



Figura 12: Laguna Umayo Distrito de Atuncolla de departamento de Puno



Figura 13: Toma de muestras en la laguna Umayo del distrito de Atuncolla de departamento de Puno



Figura 14: Medición de profundidad – muestra 1 punto 1 en la laguna Umayo de distrito de Atuncolla de departamento de Puno



Figura 15: Toma de sedimentos de muestra 1 - punto 1 en la laguna Umayo de distrito de Atuncolla de departamento de Puno.



Figura 16: Sedimentos de muestra 1- punto 1 en la laguna Umayo de distrito de Atuncolla de departamento de Puno.



Figura 17: Sedimentos de muestra 1 – punto 2 en la Laguna Umayo de distrito de Atuncolla de departamento de Puno.



Figura 18: Medición de profundidad de la zona de muestreo – muestra 2 en la Laguna Umayo de distrito de Atuncolla de departamento de Puno.



Figura 19: Sedimentos de muestra 2 – punto 1 en la laguna Umayo de Distrito de Atuncolla de departamento de Puno.



Figura 20: Toma de muestra de sedimentos de muestra 2 – punto 2 – con la draga para muestreo en la laguna Umayo de Distrito de Atuncolla de departamento de Puno.



Figura 21: Toma de muestra 3 en la laguna Umayo de distrito de Atuncolla de departamento de Puno.



Figura 22: Sedimentos de muestra 3 – punto 1 en la laguna Umayo de distrito de Atuncolla de departamento de Puno.



Figura 23: Sedimentos de muestra 3 – punto 2 en la laguna Umayo de distrito de Atuncolla de departamento de Puno



Figura 24: Muestra de sedimentos recolectados de la laguna Umayo de Distrito de Atuncolla de departamento de Puno



Figura 25: Muestra 1 tomada en el punto 2 en la laguna Umayo de Distrito de Atuncolla de departamento de Puno.



Figura 26: Entrega de muestras de sedimentos de la laguna Umayo del distrito de Atuncolla de departamento de Puno – 2018 al laboratorio LAS (LABORATORIO ANALITICO DEL SUR).

ANEXO 03: RESULTADOS DE LABORATORIO



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú

Telf: (054) 443294 Fax: (054) 444582

www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

INFORME DE ENSAYO LAS-18-05450

Pág: 1/4

Hoja de datos

Señores: VANESA CHAMBI HUAYTA
Dirección: JR PASEO TURISTICO PUNO
Atención: VANESA CHAMBI HUAYTA
Proyecto: ---

Producto(s) Declarado(s): Sedimentos
Nro de muestras: 6
Muestreo a cargo de(l): VANESA CHAMBI HUAYTA
Registro de muestreo: 025-18
Fecha de recepción: 13/08/2018
Fecha de ensayo: 13/08/2018
Fecha de emisión: 22/08/2018
Condiciones de recepción de la muestra:
Observaciones : -----

Metodo de ensayo aplicado

*7003 EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en suelos y sedimentos por ICP -OES, Revisión 4.4.
*7022 EPA 200.7 Determinación de Mercurio en Suelos y sedimentos (Lixiviación Acida) por ICP -OES, Revisión 4.4.

Cod Int. #	Nombre de muestra	Lugar de muestreo	Punto de muestreo y/o coordenadas Coordenadas UTM Este / Norte	Fecha de muestreo	Hora de muestreo
SD18000064	MUESTRA 1 PUNTO 1	COM. CAKCHI / HATUN COLLA / PUNO / PUNO	375298,56 / 8262038,56	13/08/18	08:00 a.m.
SD18000065	MUESTRA 1 PUNTO 2	COM. CAKCHI / HATUN COLLA / PUNO / PUNO	375225,00 / 8261842	13/08/18	08:30 a.m.
SD18000066	MUESTRA 2 PUNTO 1	SAN JERONIMO DE OLLACACHI / HATUN COLLA / PUNO / PUNO	371314,00 / 8260985	13/08/18	11:00 a.m.
SD18000067	MUESTRA 2 PUNTO 2	SAN JERONIMO DE OLLACACHI / HATUN COLLA / PUNO / PUNO	371512 / 8260815	13/08/18	11:15 a.m.
SD18000068	MUESTRA 3 PUNTO 1	CHINGARANI / TIQUILLAKA / PUNO / PUNO	375841,34 / 8258419,25	13/08/18	02:30 p.m.
SD18000069	MUESTRA 3 PUNTO 2	CHINGARANI / TIQUILLAKA / PUNO / PUNO	375973 / 8259017	13/08/18	03:00 p.m.

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones

^a<Valor numérico> = Límite de detección del método, ^b<Valor Numérico> = Límite de cuantificación del método.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

N-18 N° 4451



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú

Telf: (054) 443294 Fax: (054) 444582

www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

INFORME DE ENSAYO LAS-18-05450

Hoja de resultados

22/08/2018

Pág.: 2/4

Código Interno #	Nombre de Muestra	*7003 Ag	*7003 Al	*7002 As	*7003 B	*7003 Ba	*7003 Be	*7003 Ca	*7003 Cd	*7003 Co	*7003 Cr	*7003 Cu	*7003 Fe
		MT mg/Kg	MT mg/Kg	MT mg/Kg	MT mg/Kg	MT mg/Kg	MT mg/Kg	MT mg/Kg	MT mg/Kg	MT mg/Kg	MT mg/Kg	MT mg/Kg	MT mg/Kg
SD18000064	MUESTRA 1 PUNTO 1	$\leq 0,24$	> 10 000	9,142	62,01	142,12	$\leq 0,0079$	> 10 000	6,0565	5,41194	10,793	31,49	9 890
SD18000065	MUESTRA 1 PUNTO 2	$\leq 0,24$	> 10 000	7,067	59,65	149,75	$\leq 0,0079$	> 10 000	5,3639	4,63162	9,3871	26,02	8 950
SD18000066	MUESTRA 2 PUNTO 1	$\leq 0,24$	> 10 000	$\leq 0,12$	74,78	298,69	0,033313	> 10 000	10,611	9,19278	23,690	54,40	> 10 000
SD18000067	MUESTRA 2 PUNTO 2	$\leq 0,24$	> 10 000	7,930	64,58	308,86	0,027119	> 10 000	8,8428	6,85377	18,683	43,57	> 10 000
SD18000068	MUESTRA 3 PUNTO 1	$\leq 0,24$	3 370	5,277	83,16	237,27	$\leq 0,0079$	> 10 000	1,0291	0,879297	1,7504	12,20	1 930
SD18000069	MUESTRA 3 PUNTO 2	$\leq 0,24$	5 270	7,919	99,54	157,76	$\leq 0,0079$	> 10 000	1,6750	1,53185	3,1272	19,30	3 050

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

^{ns}<Valor numérico> = Límite de detección del método, ^{nb}<Valor Numérico> = Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

N-18 N° 4452



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú

Tel: (054) 443294 Fax: (054) 444582

www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

INFORME DE ENSAYO LAS-18-05450

Hoja de resultados

22/08/2018

Pág.: 3/4

Código Interno #	Nombre de Muestra	*7022	*7003	*7003	*7003	*7003	*7003	*7003	*7003	*7003	*7003	*7003	*7003	*7003	*7003
		Hg	K	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb	Se	Sn	Sr
		MT	MT	MT	MT	MT	MT	MT	MT	MT	MT	MT	MT	MT	MT
		mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg
SD18000064	MUESTRA 1 PUNTO 1	<0,041	5 530	23,527	3 879	284,79	1,8669	377	8,0848	984,7	8,046	0,59091	<0,2	<0,085	386,2
SD18000065	MUESTRA 1 PUNTO 2	<0,041	4 860	20,397	3 725	268,99	1,6153	336	6,8485	1 043	4,563	<0,049	<0,2	<0,085	527,5
SD18000066	MUESTRA 2 PUNTO 1	<0,041	8 040	43,740	5 624	459,36	0,23903	332	16,329	834,0	14,92	0,52455	<0,2	<0,085	327,6
SD18000067	MUESTRA 2 PUNTO 2	0,13750	7 560	39,855	5 504	479,42	0,61896	275	12,413	723,9	12,02	0,54121	<0,2	<0,085	633,6
SD18000068	MUESTRA 3 PUNTO 1	1,5070	965	9,9613	3 353	260,73	1,2958	458	2,3573	1 027	<0,26	0,31785	<0,2	<0,085	1 077
SD18000069	MUESTRA 3 PUNTO 2	<0,041	1 430	13,759	2 798	171,22	1,8292	726	4,5742	944,7	0,7596	<0,049	<0,2	<0,085	716,1

(Signature)
Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
Ingeniero Químico CIP. 114426

^{ms}<Valor numérico> = Límite de detección del método, ^{nb}<Valor Numérico> = Límite de cuantificación del método.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

N-18 N° 4453



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú

Telf: (054) 443294 Fax: (054) 444582

www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

INFORME DE ENSAYO LAS-18-05450

Hoja de resultados

22/08/2018

Pág.: 4/4

Código Interno #	Nombre de Muestra	*7003 TI MT mg/Kg	*7003 TI MT mg/Kg	*7003 V MT mg/Kg	*7003 Zn MT mg/Kg
		SD18000064	MUESTRA 1 PUNTO 1	392,57	*<0,13
SD18000065	MUESTRA 1 PUNTO 2	357,54	*<0,13	27,703	49,08
SD18000066	MUESTRA 2 PUNTO 1	274,54	*<0,13	53,120	123,1
SD18000067	MUESTRA 2 PUNTO 2	220,39	*<0,13	42,988	107,3
SD18000068	MUESTRA 3 PUNTO 1	98,692	*<0,13	11,602	10,05
SD18000069	MUESTRA 3 PUNTO 2	142,37	*<0,13	15,420	15,41

(Signature)
Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

*<Valor numérico = Límite de detección del método, **<Valor Numérico = Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

N-18 N° 4454

ANEXO 04: NOMAS CANADIENSES PARA SEDIMENTOS



Canadian Sediment Quality
Guidelines for the Protection
of Aquatic Life

SUMMARY
TABLES

Table 1. Interim freshwater sediment quality guidelines (ISQGs; dry weight), probable effect levels (PELs; dry weight), and incidence (%) of adverse biological effects in concentration ranges defined by these values.

Substance	ISQG	PEL	% ≤ ISQG	ISQG < % < PEL	% ≥ PEL
Acnaphthene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Acnaphthylene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Anthracene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Aroclor 1254 [See Polychlorinated biphenyls (PCBs)]					
Arsenic	3.9 mg/kg ¹	17.0 mg/kg ¹	5	25	12
Benzo(a)anthracene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Benzo(a)pyrene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Cadmium	0.6 mg/kg ¹	3.5 mg/kg ¹	11	12	47
Chlordane	4.50 µg/kg ¹	8.87 µg/kg ¹	2	17	70
Chromium	37.3 mg/kg ¹	90.0 mg/kg ¹	2	19	49
Chrysene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Copper	35.7 mg/kg ¹	197 mg/kg ¹	4	38	44
DDTs					
DDD ¹ (2,2-Bis(p-chlorophenyl)-1,1-dichloroethane; Dichloro diphenyl dichloroethane)	3.54 µg/kg ¹	8.51 µg/kg ¹	3	30	85
DDE ¹ (1,1-Dichloro-2,2-bis(p-chlorophenyl)-ethene; Diphenyl dichloro ethylene)	1.42 µg/kg ¹	8.75 µg/kg ¹	6	20	47
DDT ¹ (2,2-Bis(p-chlorophenyl)-1,1,1-trichloroethane; Dichloro diphenyl trichloroethane)	1.19 µg/kg ^{1,2}	4.77 µg/kg ^{1,3}	8	5	59
Dibenz(a,h)anthracene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Dieldrin	2.85 µg/kg ¹	6.67 µg/kg ¹	1	10	60
Endrin	2.67 µg/kg ¹	67.4 µg/kg ¹	1	64	59
Fluoranthene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Fluorene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					

Continued.

Canadian Environmental Quality Guidelines
Canadian Council of Ministers of the Environment, 1999, updated 2001

SUMMARY TABLES

Canadian Sediment Quality Guidelines
for the Protection of Aquatic Life

Table 1. Continued.

Substance	ISQG	PEL	% ≤ ISQG	ISQG < % < PEL	% ≥ PEL
Heptachlor epoxide	0.60 µg/kg ¹	2.74 µg/kg ¹	3	12	67
Hexachlorocyclohexane [See Lindane]					
Lindane	35.0 mg/kg ¹	91.3 mg/kg ¹	3	23	42
Lindane [Hexachlorocyclohexane]	0.94 µg/kg ¹	1.38 µg/kg ¹	0	59	49
Mercury	0.17 mg/kg ¹	0.486 mg/kg ¹	8	34	36
2-Methylnaphthalene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Naphthalene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
PAHs [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
PCBs [See Polychlorinated biphenyls (PCBs)]					
PCDD/Fs [see Polychlorinated dibenzo-p-dioxins and polychlorinated dibenzofurans]					
Phenanthrene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Polychlorinated biphenyls (PCBs)					
Aroclor 1254	60 µg/kg ^{1,4}	340 µg/kg ^{1,4}			
Total PCBs	34.1 µg/kg ¹	277 µg/kg ¹	4	40	50
Polychlorinated dibenzo-p-dioxins and polychlorinated dibenzofurans	0.85 ng-TEQ/kg ^{1,5}	21.5 ng-TEQ/kg ^{1,5}	0 ⁶	20 ⁶	46 ⁶
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)					
Acenaphthene	6.71 µg/kg ^{1,1}	88.9 µg/kg ^{1,1}			
Acenaphthylene	5.87 µg/kg ^{1,2}	128 µg/kg ^{1,1}			
Anthracene	46.9 µg/kg ^{1,1}	245 µg/kg ^{1,1}			
Benzo[a]anthracene	31.7 µg/kg ¹	385 µg/kg ¹	13	6	38
Benzo[a]pyrene	31.9 µg/kg ¹	782 µg/kg ¹	11	16	30
Chrysene	57.1 µg/kg ¹	862 µg/kg ¹	8	14	25
Dibenz[a,h]anthracene	6.22 µg/kg ^{1,1}	135 µg/kg ^{1,1}			
Fluoranthene	111 µg/kg ¹	2355 µg/kg ¹	8	23	49
Fluorene	21.2 µg/kg ^{1,1}	344 µg/kg ^{1,1}			
2-Methylnaphthalene	20.2 µg/kg ^{1,1}	201 µg/kg ^{1,1}			
Naphthalene	34.6 µg/kg ^{1,1}	391 µg/kg ^{1,1}			
Phenanthrene	41.9 µg/kg ¹	515 µg/kg ¹	4	17	44
Pyrene	53.0 µg/kg ¹	875 µg/kg ¹	7	16	32
Pyrene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Tenaxphene	0.1 µg/kg ^{1,7}	— ^{1,7}			
Zinc	123 mg/kg ¹	315 mg/kg ¹	5	32	30

¹ ISQGs and PELs presented here have been calculated using a modification of the NITP approach (CCME 1995).

² Salt of *p,p'* and *o,p'* isomers.

³ Provisional adoption of marine ISQG.

⁴ Provisional adoption of marine PEL.

⁵ Provisional adoption of lowest effect level from Ontario (Parsaud et al. 1993).

⁶ Provisional, 1% TDC, adoption of severe effect level of 34 µg/g¹ TDC from Ontario (Parsaud et al. 1993).

⁷ Provisional, 1% TDC, adoption of the chronic sediment quality criterion of 0.01 µg/g¹ TDC of the New York State Department of Environmental Conservation (NYSDEC 1994).

⁸ No PEL derived.

⁹ Values are expressed as toxic equivalency (TEQ) units, based on WHO 1998 TEF values for fish.

¹⁰ Note that the incidence of adverse biological effects below the TEL, between the TEL and PEL, and above the PEL, were 22%, 24% and 63%, respectively, prior to the application of a safety factor.

Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life SUMMARY TABLES

Table 2. Interim marine sediment quality guidelines (ISQGs; dry weight), probable effect levels (PELs; dry weight), and incidence (%) of adverse biological effects in concentration ranges defined by these values.

Substance	ISQG	PEL	% ≤ ISQG	ISQG < % < PEL	% ≥ PEL
Acenaphthene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Acenaphthylene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Aztracene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Aroclor 1254 [See Polychlorinated biphenyls (PCBs)]					
Azrene	7.24 mg/kg ¹	41.0 mg/kg ¹	3	13	47
Benzo[a]anthracene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Benzo[a]pyrene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Cadmium	0.7 mg/kg ¹	4.2 mg/kg ¹	6	20	71
Chlordane	2.26 µg/kg ¹	4.79 µg/kg ¹	9	12	17
Chromium	52.3 mg/kg ¹	160 mg/kg ¹	4	15	53
Chrysene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Copper	18.7 mg/kg ¹	108 mg/kg ¹	9	22	56
DDTs					
DDE ¹ (2,2-Bis[<i>p</i> -chlorophenyl]-1,1-dichloroethane; Dichloro diphenyl dichloroethane)	1.22 µg/kg ¹	7.81 µg/kg ¹	4	11	46
DDT ¹ (1,1-Dichloro-2,2-bis[<i>p</i> -chlorophenyl]-ethane; Diphenyl dichloro ethylene)	2.07 µg/kg ¹	374 µg/kg ¹	5	16	50
DOT ¹ (2,2-Bis[<i>p</i> -chlorophenyl]-1,1,1-trichloroethane; Dichloro diphenyl trichloroethane)	1.19 µg/kg ¹	4.77 µg/kg ¹	8	5	59
Dibenzo[a,h]anthracene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Dieldrin	0.71 µg/kg ¹	4.30 µg/kg ¹	4	13	50
Endrin	2.67 µg/kg ^{1,2}	62.4 µg/kg ^{1,3}			
Fluoranthene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Fluorene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Heptachlor epoxide	0.60 µg/kg ^{1,2}	2.74 µg/kg ^{1,3}			
Hexachlorocyclohexane [See Lindane]					
Lead	30.2 mg/kg ¹	112 mg/kg ¹	6	26	58
Lindane (Hexachlorocyclohexane)	0.32 µg/kg ¹	0.99 µg/kg ¹	3	21	26

Continued.

SUMMARY TABLES

Canadian Sediment Quality Guidelines
for the Protection of Aquatic Life

Table 2. Continued.

Substance	ISQG	PEL	% ≤ ISQG	ISQG < % < PEL	% ≥ PEL
Mercury	0.13 mg/kg ¹	0.70 mg/kg ¹	8	24	37
2-Methylnaphthalene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Naphthalene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
PAHs [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
PCBs [See Polychlorinated biphenyls (PCBs)]					
PCDD/Fs [see Polychlorinated dibenzo-p-dioxins and polychlorinated dibenzofurans]					
Phenanthrene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Polychlorinated biphenyls (PCBs)					
Aroclor 1254	63.3 µg/kg ¹	709 µg/kg ¹	1	24	76
Total PCBs	21.5 µg/kg ¹	189 µg/kg ¹	16	37	55
Polychlorinated dibenzo-p-dioxins and polychlorinated dibenzofurans	0.85 ng TEQ/kg dw ^{2,3}	21.5 ng TEQ/kg dw ^{2,3}			
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)					
Acenaphthene	6.71 µg/kg ¹	88.9 µg/kg ¹	8	29	57
Acenaphthylene	5.87 µg/kg ¹	128 µg/kg ¹	7	14	31
Anthracene	46.9 µg/kg ¹	245 µg/kg ¹	9	20	75
Benz[a]anthracene	74.8 µg/kg ¹	693 µg/kg ¹	9	16	78
Benz[b]fluoranthene	88.8 µg/kg ¹	763 µg/kg ¹	8	22	71
Chrysene	106 µg/kg ¹	946 µg/kg ¹	9	19	72
Dibenz[a,h]anthracene	6.22 µg/kg ¹	135 µg/kg ¹	16	12	65
Fluorene	113 µg/kg ¹	1,434 µg/kg ¹	10	20	80
Fluoranthene	21.2 µg/kg ¹	144 µg/kg ¹	12	20	70
2-Methylnaphthalene	20.2 µg/kg ¹	201 µg/kg ¹	9	23	82
Naphthalene	34.6 µg/kg ¹	391 µg/kg ¹	3	19	71
Phenanthrene	86.7 µg/kg ¹	544 µg/kg ¹	8	23	78
Pyrene	153 µg/kg ¹	1,398 µg/kg ¹	7	19	83
Pyrene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Tenaxphene	0.1 µg/kg ^{1,4}	— ⁵			
Zinc	126 mg/kg ¹	271 mg/kg ¹	4	27	65

¹ ISQGs and PELs presented here have been calculated using a modification of the NSTP approach (CCME 1991).
² Sum of *p,p'* and *o,p'* isomers.
³ Provisional; adoption of freshwater ISQG.
⁴ Provisional; adoption of freshwater PEL.
⁵ Provisional; 1% TOC; adoption of the chronic sediment quality criterion of 0.01 µg/g¹ TOC of the New York State Department of Environmental Conservation (NYSDEC 1994).
⁶ No PEL derived.
⁷ Values are expressed as toxic equivalency (TEQ) units, based on WHO 1998 TEF values for fish.

**Canadian Sediment Quality Guidelines
for the Protection of Aquatic Life**

SUMMARY TABLES

References

CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment) 1995. Protocol for the derivation of Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life. CCME EPC-98E. Prepared by Environment Canada, Guidelines Division, Technical Secretariat of the CCME Task Group on Water Quality Guidelines, Ottawa. [Reprinted in Canadian environmental quality guidelines, Chapter 6, Canadian Council of Ministers of the Environment, 1999, Winnipeg.]

NYSDEC (New York State Department of Environmental Conservation). 1994. Technical guidance for screening contaminated

sediments. Prepared by the Division of Fish and Wildlife and the Division of Marine Resources, November 23, 1993. New York.

Franco, D., R. Jaagumagi, and A. Mayton. 1993. Guidelines for the protection and management of aquatic sediment quality in Ontario. Ontario Ministry of the Environment, Water Resources Branch, Toronto.

Reference listing:

Canadian Council of Ministers of the Environment. 2001. Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: Summary tables. Updated. In: Canadian environmental quality guidelines, 1999, Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg.

For further scientific information, contact:

Environment Canada
Guidelines and Standards Division
351 St. Joseph Blvd.
Hull, QC K1A 0H3
Phone: (819) 953-1530
Facsimile: (819) 953-0461
E-mail: ecqg-rcqg@ec.gc.ca
Internet: <http://www.ec.gc.ca>

For additional copies, contact:

CCME Documents
c/o Manitoba Statutory Publications
200 Vaughan St.
Winnipeg, MB R3C 1T5
Phone: (204) 945-4664
Facsimile: (204) 945-7172
E-mail: spocme@dhs.gov.mb.ca

© Canadian Council of Ministers of the Environment 2001
Excerpt from Publication No. 1259; ISBN 1-896997-34-1

Aussi disponible en français.

ANEXO 05: AUTORIZACIÓN DE INGRESO A LAS COMUNIDADES

“Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional”

Puno, 01 de agosto del 2018.

OFICIO Nº 046-2018-DFI-UPSC/P

Señor
ALCALDE DE LA COMUNIDAD DE CHINGARANI SAN GERÓNIMO DE OLLACACHI - DISTRITO DE ATUNCOLLA

Ciudad.-

ASUNTO : SOLICITO AUTORIZACIÓN PARA EJECUCIÓN DE TESIS

Tengo el grato de dirigirme a usted, a fin de hacerle llegar un cordial saludo a nombre de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental - Facultad de “Ingenierías” de la Universidad Privada San Carlos - Puno; al mismo tiempo solicitarle su autorización para el ingreso a la comunidad de Chingarani San Gerónimo de Ollacachi y entrada de lago Umayo del Distrito de Atuncolla, para la ejecución de la Tesis “Evaluación de Metales Pesados en Sedimentos en la Laguna de Umayo” a la Bach. Vanessa Chambi Huayta.

Sin otro particular, hago propicia la oportunidad para expresarle los sentimientos de mi especial consideración.

Atentamente,

 
UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS
 Dr. Ing. Mario T. Soto Godoy
 DECANO
 FACULTAD DE INGENIERÍAS


 David Colue Q.
 Presidente

C.c.
 Archivo
 MTSG/mkmv


 Walter Puma M.
 Presidente