

**UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**“BIODISPONIBILIDAD DE METALES PESADOS EN
SEDIMENTOS DEL HUMEDAL ALTO ANDINO
COLLOTACOCCHA – CANRAY –RECUAY- ANCASH Y SUS
EFECTOS EN LA ACTIVIDAD GANADERA, PERÍODO 2017”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

Bach. BLANCA ROSARIO, MENDEZ VARGAS

ASESOR:

MSC. MARIO VLADIMIR, LEYVA COLLAS

Huaraz, Ancash, Perú

Octubre, 2018

FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, CONDUCENTES A OPTAR TÍTULOS PROFESIONALES Y GRADOS ACADÉMICOS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

1. Datos del autor:

Apellidos y Nombres: _____

Código de alumno: _____ Teléfono: _____

E-mail: _____ D.N.I. n°: _____

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Tipo de trabajo de investigación:

- Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional
- Trabajo Académico Trabajo de Investigación
- Tesinas (presentadas antes de la publicación de la Nueva Ley Universitaria 30220 – 2014)

3. Título Profesional o Grado obtenido:

4. Título del trabajo de investigación:

5. Facultad de: _____

6. Escuela, Carrera o Programa: _____

7. Asesor:

Apellidos y nombres _____ D.N.I n°: _____

E-mail: _____ ID ORCID: _____

8. Estilo de Citas: _____

9. Tipo de acceso al Documento:

- Acceso público* al contenido completo. Acceso restringido** al contenido completo

Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundirlo en el Repositorio Institucional, respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso de que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

10. Originalidad del archivo digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.



Firma del autor

11. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para las investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.



El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Recolector Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

12. Para ser llenado por la Dirección del Repositorio Institucional

Fecha de recepción del documento por el Repositorio Institucional:

Huaraz,

Firma: 
Varillas William Eduardo
Asistente en Informática y Sistemas
- UNASAM -



***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.



ACTA DE SUSTENTACIÓN Y DEFENSA DE TESIS

Los Miembros del Jurado en pleno que suscriben, reunidos en la fecha, en el Auditorium de la FCAM-UNASAM, de conformidad a la normatividad vigente conducen el Acto Académico de Sustentación y Defensa de Tesis **BIODISPONIBILIDAD DE METALES PESADOS EN SEDIMENTOS DEL HUMEDAL ALTOANDINO COLLOTACOCCHA - CANRAY - RECUAY - ANCASH Y SUS EFECTOS EN LA ACTIVIDAD GANADERA, PERIODO 2017**, que presenta **MÉNDEZ VARGAS BLANCA ROSARIO** para optar el **Título Profesional de Ingeniero Ambiental**.

En seguida, después de haber atendido la exposición oral y escuchada las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, lo declaramos:

APROBADA

Con el calificativo de: QUINCE (15)

En consecuencia, **MÉNDEZ VARGAS BLANCA ROSARIO** queda expedito para que el Consejo de Facultad de la Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" apruebe el otorgamiento de su **Título Profesional de Ingeniero Ambiental** de conformidad al Art. 113 numeral 113.9 del Reglamento General de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario N° 399-2015-UNASAM), el Art. 48° del Reglamento General de Grados y Títulos de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario - Rector N° 761-2017-UNASAM) y el Art. 160° del Reglamento de Gestión de la Programación, Ejecución y Control de las Actividades Académicas (Resolución de Consejo Universitario - Rector N° 232-2017-UNASAM).

Huaraz, 25 de Octubre de 2018



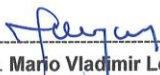
Dr. Heraclio Fernando Castillo Picón
Presidente
Jurado de sustentación



Ing. Francisco Claudio León Huerta
Secretario
Jurado de sustentación



Dra. Bheny Janett Tuya Cerna
Vocal
Jurado de sustentación



MSc. Mario Vladimir Leyva Collas
Asesor de tesista

DEDICATORIA

A Dios por permitirme llegar a este momento tan importante en mi vida.

A mi madre Antonia, quien siempre está pendiente de mí, me impulsa a seguir creciendo profesionalmente y tuvo la sabiduría de formarme con buenos sentimientos, valores y hábitos.

A mi padre Japico que, aunque no lo tenga presente sé que se sentiría orgulloso.

A mis hermanos Nancy, Pablo, Katya y Javier por su apoyo incondicional.

A mis hijos Esteban y Thiago por su apoyo, paciencia y comprensión.

Blanca

AGRADECIMIENTO

De manera especial a mi asesor MSc. Mario Vladimir Leyva Collas por la confianza, el tiempo y la paciencia, así como por los aportes haciendo posible el desarrollo de la presente investigación.

Un agradecimiento a los Bachilleres: Ana Paula Morales Mego, Ingles Alejos Beltrán, Lucero Mallqui Roldán, quienes apoyaron en el desarrollo de la tesis.

A la Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, por la oportunidad que me dio de ser parte de ella y por la formación entregada a través de los profesionales que lo conforman.

RESUMEN

El propósito fundamental de la investigación fue determinar la biodisponibilidad de metales pesados presentes en el sedimento del humedal altoandino de Collotacocha, condición que determina el grado de translocación de metales de los sedimentos a los pastizales del humedal, donde la presencia de metales en la vegetación es en altas concentraciones, ésta situación está ocasionando un deterioro en la actividad ganadera, ya que el ganado que consume los pastos del humedal está incorporando dichos metales a su organismo.

La metodología aplicada en la presente investigación consistió en identificar y delimitar el área de estudio por medio de la visita de campo y la revisión de información cartográfica de la localidad de Canray. Además, se evaluó la calidad del agua, sedimento, vegetación y producto lácteo (leche), donde se analizaron los siguientes parámetros: pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, potencial rédox, ácidos orgánicos, metales (aluminio, hierro, manganeso y plomo), también se realizaron evaluaciones del factor de translocación y especiación de metales en el sedimento. Para éstas evaluaciones se establecieron 02 estaciones de muestreo para calidad de agua y 04 estaciones para el muestreo de sedimento y vegetación, las cuáles fueron estudiadas en épocas de estiaje y de lluvia.

En los resultados se encontraron concentraciones elevadas de metales en el sedimento y vegetación, además de valores altos de plomo en productos lácteos, siendo los ácidos húmicos los de mayor concentración en los ácidos orgánicos, los factores de translocación son elevados para aluminio y plomo, la especiación nos muestra una distribución de metales en el sedimento asociados a materia orgánica y a óxidos de fierro y manganeso.

De acuerdo a los resultados de la investigación, se concluye que en el sedimento del humedal de Collotacocha existen metales biodisponibles (Al, Fe, Mn y Pb) con un alto factor de translocación en vegetación y se evidencia una movilidad de los metales al ganado vacuno que se demuestra con la presencia de plomo en la leche.

Palabras clave: Biodisponibilidad, metales pesados, sedimento, factor de translocación.

ABSTRACT

The fundamental purpose of the research was to determine the bioavailability of heavy metals presented in the sediment of the high Andean wetland of Collotacocha, a condition that determines the degree of translocation of metals from the sediments to the wetland grasslands, where the presence of metals in the vegetation is in high concentrations, this situation is causing a deterioration in the livestock activity, since the cattle that consume the pastures of the wetland are incorporating these metals to their organism.

The methodology applied in the present investigation consisted in identifying and delimiting the study area by means of the field visit and the review of cartographic information of the town of Canray. In addition, the quality of the water, sediment, vegetation and milk product (milk) was evaluated, where the following parameters were analyzed: pH, electrical conductivity, dissolved oxygen, redox potential, organic acids, metals (aluminum, iron, manganese and lead), Evaluations of the translocation factor and speciation of metals in the sediment were also carried out. For these evaluations, 02 sampling stations were established for water quality and 04 stations for the sediment and vegetation sampling, which were studied in times of low water and rain.

In the results, high concentrations of metals were found in the sediment and vegetation, in addition to high values of lead in dairy products, with humic acids having the highest concentration in organic acids, translocation factors are high for aluminum and lead, speciation shows a distribution of metals in the sediment associated with organic matter and oxides of iron and manganese.

According to the results of the research, it is concluded that in the sediment of the Collotacocha wetland there are bioavailable metals (Al, Fe, Mn and Pb) with a high translocation factor in vegetation and evidence of a mobility of metals to cattle. which is demonstrated by the presence of lead in the milk.

Key words: Bioavailability, heavy metals, sediment, translocation factor.

ÍNDICE

CONTENIDO	Pág.
Autorización para publicación	i
Acta de sustentación	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Resumen	v
Abstract	vi
Índice	vii
Anexo	ix
Relación de tablas	x
Relación de figuras	xi
Siglas y abreviatura	xiii
CAPITULO I	
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	3
1.1.1. Formulación del problema	5
1.2. Hipótesis	5
1.3. Objetivos	5
1.3.1. Objetivo general	5
1.3.2. Objetivos específicos	5
1.4. Fundamentación	6
CAPITULO II	
MARCO TEÓRICO	9
2.1. Antecedentes	9
2.2. Base teórica	18
2.2.1. Metales pesados	18
2.2.2. Contaminación de aguas superficiales por metales pesados	19
2.2.3. Contaminación de sedimentos por metales pesados	20
2.2.4. Contaminación de plantas por metales pesados	23
2.2.5. Contaminación de leche por metales pesados	24
2.2.6. Humedales de tratamiento de drenaje ácido de roca	26
2.3. Definición de términos	27

CAPITULO III	
METODOLOGIA	34
3.1. Tipo y diseño de investigación	34
3.2. Población	36
3.3. Caracterización de la muestra	40
3.4. Ubicación de las estaciones de muestreo	41
3.5. Variables de estudio	42
3.6. Procedimiento	43
3.6.1. Determinación de metales en agua	43
3.6.2. Determinación de metales en sedimentos	45
3.6.3. Determinación de metales en vegetación	52
3.6.4. Determinación de metales en la leche	55
3.6.5. Análisis de datos	55
3.6.6. Descripción de la metodología de muestreo del producto lácteo	56
CAPITULO IV	
RESULTADOS	57
4.1. Parámetros de campo y concentración de metales pesados en agua	57
4.2. Concentración de ácidos orgánicos en sedimento	63
4.3. Parámetros de campo y concentración de metales pesados en sedimentos	67
4.4. Concentración de metales pesados en vegetación	70
4.5. Factor de translocación y bioconcentración de metales pesados en el sedimento	73
4.6. Especiación de metales pesados en sedimentos	76
4.7. Contenido de metales en el producto lácteo	79
CAPITULO V	
DISCUSION	81
CAPITULO VI	
Conclusiones y recomendaciones	88
6.1. Conclusiones	88
6.2. Recomendaciones	89
Referencias bibliográficas	91

ANEXOS

	CONTENIDO	Pág.
ANEXOS		94
Anexo 1.	Mapa de ubicación	95
Anexo 2.	Mapa del área de estudio	97
Anexo 3.	Mapa hidrológico	99
Anexo 4.	Mapa de cobertura vegetal	101
Anexo 5.	Mapa geológico	103
Anexo 6.	Informe de ensayo en agua, sedimento, vegetación, y leche en época de estiaje	105
Anexo 7.	Informe de ensayo en agua, sedimento, vegetación, y leche en época de lluvia	116

RELACION DE TABLAS

CONTENIDO	Pág.
Tabla 01 Contenido de metales trazas biodisponibles (mg/Kg ms) en sedimentos superficiales de las lagunas Bocaripo y Chacopata	12
Tabla 02 Promedios de concentración de metales pesados por establo	25
Tabla 03 Clasificación del factor de translocación	31
Tabla 04 Ubicación y descripción de las estaciones de monitoreo de la calidad de agua	41
Tabla 05 Ubicación y descripción de las estaciones de monitoreo de la calidad de sedimento	41
Tabla 06 Ubicación y descripción de las estaciones de monitoreo del análisis de vegetación	42
Tabla 07 Descripción de la estación de monitoreo del análisis del producto lácteo	42
Tabla 08 Métodos de análisis y unidades de medida	56
Tabla 09 Parámetros de campo de la calidad del agua	57
Tabla 10 Concentración de metales pesados en la calidad del agua	60
Tabla 11 Concentración de ácidos orgánicos en sedimento	67
Tabla 12 Parámetros de campo de la calidad del sedimento	67
Tabla 13 Concentración de metales pesados en la calidad del sedimento.	68
Tabla 14 Concentración de metales pesados en vegetación	70
Tabla 15 Factor de translocación de metales pesados en sedimentos	73
Tabla 16 Especiación de metales pesados en sedimentos	76
Tabla 17 Concentración de metales pesado en la calidad del producto lácteo	79

RELACION DE FIGURAS

CONTENIDO	Pág.	
Figura 1.1	Compartimentalización de los metales pesados en el suelo.	20
Figura 2.1	Formación de los ácidos fúlvicos.	28
Figura 2.2	Transformación a ácidos húmicos y ácidos fúlvicos.	28
Figura 3.1	Diagrama de flujo del diseño de la investigación	35
Figura 4.1	Toma de muestra de agua en la estación AH – 01	44
Figura 4.2	Toma de muestra de agua en la estación AH – 02	45
Figura 5.1	Esquema de extracción de ácidos húmicos	46
Figura 6.1	Toma de muestra de sedimento en la estación SH – 01	47
Figura 6.2	Toma de muestra de sedimento en la estación SH – 02	47
Figura 6.3	Toma de muestra de sedimento en la estación SH – 03	48
Figura 6.4	Toma de muestra de sedimento en la estación SH – 04	48
Figura 7.1	Esquema de la especiación de la materia orgánica	51
Figura 8.1	Toma de muestra de vegetación en la estación VH-01	53
Figura 8.2	Toma de muestra de vegetación en la estación VH – 02	53
Figura 8.3	Toma de muestra de vegetación en la estación VH – 03	54
Figura 8.4	Toma de muestra de vegetación en la estación VH – 04	54
Figura 9.1	Parámetro de campo pH en la calidad del agua	58
Figura 9.2	Parámetro de campo conductividad en la calidad del agua.	58
Figura 9.3	Parámetro de campo oxígeno disuelto en la calidad del agua	59
Figura 9.4	Parámetro de campo temperatura en la calidad del agua	59
Figura 10.1	Concentración de aluminio en la calidad del agua en época de lluvia y época de estiaje	61
Figura 10.2	Concentración de hierro en la calidad del agua en época de lluvia y época de estiaje	61
Figura 10.3	Concentración de manganeso en la calidad del agua en época de lluvia y época de estiaje	61
Figura 10.4	Concentración de plomo en la calidad del agua en época de lluvia y época de estiaje	62
Figura 11.1	Concentración de ácidos orgánicos en época de lluvia en la estación SH – 01	63

Figura 11.2	Concentración de ácidos orgánicos en época de estiaje en la estación SH – 01	64
Figura 11.3	Concentración de ácidos orgánicos en época de lluvia en la estación SH – 02	64
Figura 11.4	Concentración de ácidos orgánicos en época de estiaje en la estación SH – 02	65
Figura 11.5	Concentración de ácidos orgánicos en época de lluvia en la estación SH – 03	65
Figura 11.6	Concentración de ácidos orgánicos en época de estiaje en la estación SH – 03	66
Figura 11.7	Concentración de ácidos orgánicos en época de lluvia en la estación SH – 04	66
Figura 11.8	Concentración de ácidos orgánicos en época de estiaje en la estación SH – 04	67
Figura 12.1	Concentración de aluminio en la calidad del sedimento	68
Figura 12.2	Concentración de hierro en la calidad del sedimento	69
Figura 12.3	Concentración de manganeso en la calidad del sedimento	69
Figura 12.4	Concentración de plomo en la calidad del sedimento	70
Figura 13.1	Concentración de aluminio en la calidad de la vegetación	71
Figura 13.2	Concentración de hierro en la calidad de la vegetación	71
Figura 13.3	Concentración de manganeso en la calidad de la vegetación	72
Figura 13.4	Concentración de plomo en la calidad de la vegetación	72
Figura 14.1	Factor de translocación del aluminio	74
Figura 14.2	Factor de translocación del hierro	80
Figura 14.3	Factor de translocación del manganeso	80
Figura 14.4	Factor de translocación del plomo	81
Figura 15.1	Especiación del Aluminio en sedimento	82
Figura 15.2	Especiación del hierro en sedimento	83
Figura 15.3	Especiación del manganeso en sedimento	83
Figura 15.4	Especiación del plomo en sedimento	84
Figura 15.5	Especiación del cobre en sedimento	84
Figura 16.1	Concentración de metales pesado en la calidad del producto lácteo	86

SIGLAS Y ABREVIATURAS

Ag	Plata
Al	Aluminio
As	Arsénico
B	Boro
Ba	Bario
Cd	Cadmio
CEQG	Guía de Calidad Ambiental Canadiense para sedimentos de cuerpos de agua continental
Co	Cobalto
Cr	Cromo
Cu	Cobre
DAR	Drenaje ácido de roca
EM-PIA	Espectroscopia de Masa de Plasma Inductivamente Acoplado
EPA US	Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estado Unidos
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FCAM	Facultad de Ciencias del Ambiente
Fe	Hierro
FT	Factor de translocación
Hg	Mercurio
ICP-OES	Plasma de acoplamiento inductivo – Espectrofotómetro de emisión óptico
IGEO	Índice de geoacumulación
Js-ch	Familia Chicama
LMP	Límite máximo permisible
MINAM	Ministerio del Ambiente
Mn	Manganeso

Mo	Molibdeno
MP	Concentración del metal pesado
msnm	Metros sobre el nivel del mar
N-gd	Roca intrusiva
Ni	Níquel
Pb	Plomo
P-cal	Familia volcánico Calipuy
pH	Potencial hidrógeno
Sb	Antimonio
Se	Selenio
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
Sn	Estaño
U	Uranio
UNASAM	Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo
UTM	Sistemas de coordenadas Universal Transversal de Mercator
V	Vanadio
Zn	Zinc

CAPÍTULO I:

INTRODUCCIÓN

Los humedales altoandinos son considerados por la Convención de Ramsar como ecosistemas de gran fragilidad asociada a causas naturales como el cambio climático, las sequías prolongadas en la puna y a la intervención humana, como en los casos de la agricultura no sostenible, el pastoreo excesivo y la minería a cielo abierto. Muchos humedales de montaña se están perdiendo de manera acelerada, sobre todo por el mal manejo y desconocimiento de su importancia económica y ecológica.

Los metales pesados constituyen un grupo bien definido de elementos químicos inorgánicos, que por su ciclo de vida, alta toxicidad y capacidad de acumulación en los tejidos de plantas y animales, pueden causar graves daños a los ecosistemas, provocando alteraciones genéticas en plantas y animales, entre los que se incluyen los microorganismos y el ser humano (Medina et al., 2007).

Debido a su alta toxicidad, afectan gravemente la biodegradación natural de los desechos orgánicos, por lo que la contaminación de los suelos y sedimentos a causa de estos elementos representan altos riesgos para la salud no solo de los seres humanos, sino que

afecta en general toda la cadena trófica y la productividad primaria de todo el ecosistema (De La Cruz-Landero et al., 2010).

La adsorción por substrato orgánico rico: La adsorción ocurre vía una reacción de intercambio de iones de equilibrio (reversible) con ácido húmico y fúlvico presentes en abundancia en humedales, sobre todo con turba.

Diversos estudios a nivel mundial han revelado elevadas concentraciones de metales en sedimentos de los humedales. Esto representa un serio problema para los ecosistemas de manglar por su cercanía con las poblaciones humanas y su alta productividad primaria (Tam, 2006).

La presencia casi ubicua de algunos contaminantes metálicos, especialmente Cd y Pb, facilita su entrada en la cadena alimentaria y por lo tanto aumenta la posibilidad de que se presenten efectos tóxicos en el ambiente, en los humanos y en los animales.

En el humedal Collotacocha la composición química del sedimento está influenciada por las aguas del río Uquián con un pH ácido (3 y 4) y alto contenido de metales pesados (Al, Fe Mn y Pb); la presencia de ácidos orgánicos en el sedimento como el ácido húmico permite la retención de metales pesados en forma de complejos y su potencial redox bajo por la presencia de ácidos fúlvicos determina que estos metales estén presentes en su mayoría en condición de biodisponibles, como se muestran en los resultados de la investigación.

Los factores de translocación de metales pesados en vegetación son altos para el aluminio y el plomo como se observa en los resultados, la biodisponibilidad de los metales en el sedimento determina su fácil translocación del sedimento a la vegetación existente en el humedal.

En el humedal se evaluó la calidad del agua, el sedimento, la vegetación y el producto lácteo (muestras de leche del ganado que consume los pastos del humedal), las muestras se tomaron en cuatro puntos y en dos épocas del año (lluvia y estiaje), determinándose parámetros en campo como: pH, conductividad, Oxígeno disuelto y potencial rédox (datos de campo), y en laboratorio materia orgánica y metales pesados (Al, Fe, Mn y Pb).

En cuanto al contenido de metales pesados en la a vegetación existente se evaluó en la *Festuca dolichophylla* (Ocsha), planta de mayor abundancia en el humedal y que consume el ganado vacuno, que los pobladores de Canray llevan a esta zona para la actividad de pastoreo.

1.1. Planteamiento del problema

La generación de drenaje ácido de roca (DAR) ocasiona una serie de problemas como la alteración del paisaje, contaminación del suelo y los cuerpos de agua inutilizándolos para uso en la agricultura, pesca u otra actividad económica. Los drenajes ácidos de roca son originados por la oxidación de los minerales sulfurosos cuando son expuestos al aire y al agua, produciendo así un pH ácido, alta concentración de sulfatos y la disolución de metales pesados como Fe, Mn, Pb, Cu, Al, etc. que pueden transportarse por las aguas superficiales. (Palomino, 2007)

En condiciones naturales, la calidad de sedimentos en los humedales se ve afectada por la composición química y por el desgaste físico y químico producido por la intemperización del lecho de roca y de los suelos. En áreas donde las rocas están altamente alteradas y naturalmente mineralizadas, el desgaste químico puede producir agua con concentraciones de metales naturalmente altas y con un pH naturalmente bajo.

La oxidación de minerales de sulfuro, presentes en el lecho de roca, pueden formar un drenaje ácido natural que son absorbidas por las plantas ingresando al ciclo trófico.

El cambio climático, retiro glaciario y con ello la generación de drenajes ácidos de roca, en la cabecera de la microcuenca del río Uquián han propiciado la acidificación de dichas aguas (pH entre 4 y 5), incrementando la movilidad de los metales pesados en su forma iónica (metales disueltos); como consecuencia ponen en riesgo a la población por el uso de estas aguas contaminadas (agrícolas, pecuarios, consumo humano). Evidencia, de ello se observa en Canray y Rúrec. El agua llega al río Santa con pH ácido y metales que se precipitan en el lecho rocoso (Palomino, 2007). Los bofedales que actúan como reserva hídrica y sistemas de depuración de metales están siendo no aprovechadas en Collotacocha y estas van camino al deterioro y desaparición.

Todo lo mencionado conlleva a la preocupación común de pobladores y autoridades de Canray a la búsqueda de soluciones para la recuperación de las aguas del río Uquián, frente a esta preocupación, aparecen los humedales naturales y artificiales; sistemas que funcionan recuperando el pH e inmovilizando los metales pesados a través de procesos conocidos como biosorción, bioacumulación, quimiosorción, biomineralización.

Conocer los niveles de contaminación de los pastizales por la biodisponibilidad de metales pesados en el sedimento, nos permitirá conocer los riesgos del pastoreo en los humedales de recuperación.

1.1.1. Formulación del Problema

¿Cuál es la biodisponibilidad de metales pesados en el sedimento del humedal altoandino de Collotacocha – Canray, y sus efectos en la actividad ganadera en el 2017?

1.2. Hipótesis

La biodisponibilidad de metales pesados en sedimentos del humedal altoandino de Collotacocha – Canray es alta y afecta a la actividad ganadera durante el periodo 2017.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Determinar la biodisponibilidad de metales pesados en sedimentos del humedal altoandino de Collotacocha – Canray 2017.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar los principales pastos existentes en el humedal altoandino de Collotacocha – Canray – Recuay – Ancash.
- Identificar los metales pesados de mayor acumulación en el pastizal de los humedales alto andino de Collotacocha.
- Determinar el nivel de translocación de metales pesados de los sedimentos a los pastizales en el humedal de Collotacocha – Canray.
- Determinar el Factor de Bioconcentración de metales totales en pastizales-ichu del humedal de Collotacocha – Canray $FBA = [MP] \text{ ichu} / [MP] \text{ humedal}$.

- Determinar los efectos en la actividad ganadera del humedal de Collotacocha – Canray.

1.4. Fundamentación

1.4.1. Teórica

Por su toxicidad, la presencia de metales pesados en humedales cercanos a minas alto-andinas representa un serio peligro para la flora y fauna de la zona, así como para la salud de los moradores de las poblaciones que se sirven de los pastizales por la presencia de elementos como el plomo, el cadmio, el cobre, el mercurio y otros metales altamente tóxicos que afecta a la ganadería de la zona (Álvarez & Amancio, 2014).

En muchas comunidades altoandinas de la sierra de Áncash, existen humedales con pastizales contaminados por metales pesados, debido a la existencia de minas actuales o abandonadas, porque sus suelos son ricos en minerales. Las comunidades vegetales que en ellas se asientan corresponden a formaciones herbáceas de pastos y formaciones de matorral-pasto y algunos pastos arbolados, aprovechados por ganado vacuno, ovino y por fauna silvestre (Palomino, 2007).

Dado que la mayoría de los metales pesados y elementos traza están incluidos en ciclos biogeoquímicos, en los cuales los dos compartimentos fundamentales son suelo y vegetación, es importante estudiarlos dada su importancia en la cadena alimentaria. Los metales pesados pueden ser absorbidos por las plantas entrando a la red trófica dependiendo del metal, las especies vegetales presentes o el uso que se le da al pasto en aprovechamiento por el ganado in situ, utilización de las plantas para forraje o elaboración de piensos, etc. Diversos estudios han mostrado que los animales reflejan las concentraciones de elementos tóxicos cuando pastan en suelos y humedales contaminados (Hernández & Pastor, 2008).

La presencia de materia orgánica (ácidos orgánicos) en los sedimentos de los humedales facilita la formación de quelatos, compuestos que de acuerdo a la cantidad de puntos de unión con el metal son cada vez más estables, inhibiendo su movilidad en un curso de agua. (Cantú, 1994)

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2000), ha establecido normativas para limitar los niveles máximos de Pb y Cd. Es admitido generalmente que el Cd es altamente tóxico; Cu y Pb se consideran tóxicos, aunque éste último lo sea moderadamente para las plantas y altamente para los animales; Ni, Zn y Cr incrementan la lista de los metales que causan toxicidad. Sin embargo, el conocimiento que tenemos de estas cuestiones es escaso, especialmente el relativo a especies silvestres. En el aspecto ecotoxicológico, tampoco se dispone de mucha información sobre los pastos.

1.4.2. Metodológica:

La finalidad del presente estudio es evaluar la biodisponibilidad de metales pesados en sedimentos y su translocación a las plantas del humedal y así poder conocer sus efectos en la ganadería, teniendo en cuenta las características químicas del suelo y sus componentes en cuanto a bacterias sulfo-reductoras, humus materia orgánica y a especies fitorremediadores.

1.4.3. Social:

El conocimiento de los niveles de contaminación por metales pesados permitirá la toma de decisiones en el campo de la alimentación, la salud y el medio ambiente de la comunidad de Canray, que adolece de agua para sus actividades de agricultura y ganadería, teniendo al río Uquián como principal recurso hídrico de la quebrada, pero sus

aguas ácidas y su alto contenido metálico, la hacen no apta para dicho uso, éstas aguas en la cabecera pasan muy cerca al humedal Collotacocha.

1.4.4. Ambiental:

La preocupante situación ambiental que afronta la quebrada de Uquián pone de manifiesto el poco grado de compromiso de las autoridades regionales con ésta población, es por ello que la determinación del nivel de contaminación de sedimentos posibilita mejorar las zonas de vida en el entorno, de esta manera recuperar el equilibrio natural.

1.4.5. Económica:

Los pastizales constituyen el componente principal para el desarrollo y mantenimiento de los animales de pastoreo, es por ello que debemos contar con una calidad óptima de pastos para la alimentación del ganado, en cuanto a sus propiedades químicas, físicas y biológicas.

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Contexto internacional

2.1.1. Estado trófico y variación estacional de nutrientes en los ríos y canales del humedal mixo-halino de Bahía Sombobombón (Argentina), por Schenone, Volpedo y Fernández (2008).

Se muestrearon los ríos y canales del humedal, en 12 estaciones distribuidas de norte a sur. Se determinó la concentración de As, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb y Zn en sedimentos (ICP-OES). Se calculó el factor de contaminación (FC) de Hakanson (1980) para estimar la contribución antrópica de metales y establecer la tendencia en los sedimentos de los sistemas lóticos y el índice de geoacumulación (Igeo) de Muller (1969) en el cual se estima la intensidad de la contaminación en sedimentos. Se compararon las concentraciones halladas con niveles guía de Environment Canada (CCME, 1999). A partir de los resultados se determinó que algunas estaciones están más comprometidas que otras respecto a sus niveles de contaminación. La presencia de

metales en sedimentos de la bahía podría tener efectos sobre la biota y la cadena trófica de la región.

2.1.2. Mineralización in vitro de nitrógeno y fósforo y contenido de metales pesados en suelos acondicionados con lodo proveniente de una planta de tratamiento de aguas servidas, por Álvarez (2004).

Numerosos investigadores coinciden en que más del 90% de la carga metálica de una corriente fluvial se halla en las partículas en suspensión del agua y en los sedimentos. Las partículas en suspensión en las aguas consisten en minerales de arcilla, óxidos e hidróxidos de hierro y/o manganeso, carbonatos, sustancias orgánicas (ácidos húmicos) y materiales húmicos biológicos (algas y bacterias).

De acuerdo a ciertas investigaciones, son 53 los metales pesados que ocurren en la naturaleza, de los cuales 17 (As, Ag, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, U, V, W y Zn) están disponibles en las células vivas y forman cationes solubles, indispensables en la vida humana.

Desde el punto de vista biológico, se distinguen dos grupos de metales pesados: aquellos elementos requeridos por el organismo en pequeñas cantidades, pero que pasado cierto umbral se vuelven tóxicos (Co, Cr, Mo, Mn, Se y Zn), y los metales pesados (sin función biológica conocida) que se acumulan en el organismo de los seres vivos, cuya presencia en determinadas cantidades produce disfunciones y resultan altamente tóxicos, tales como Cd, Hg, Pb, Sb y Bi.

2.1.3. Evaluación de metales pesados en los sedimentos superficiales del Río Pirro, por Herrera, Rodríguez, Coto, Salgado y Borbón (2012).

Los metales pesados tienen una importante fuente en las actividades de origen antrópico y constituyen un peligro para la biota acuática y el ser humano y un factor de deterioro de la calidad hídrica y ambiental. Los sedimentos ribereños, uno de los principales reservorios de estos elementos, actúan como fuentes secundarias de contaminación de los cuerpos de agua por lo que resulta importante evaluar la concentración de metales como una herramienta que permite rastrear el origen de los contaminantes en el medio y predecir los impactos que pueden producir en los ecosistemas acuáticos.

En el presente trabajo se analizó por espectrofotometría de absorción atómica la concentración de Cd, Ag, Se, Sn, Ni, Cr, Cu, B, Zn, Hg, Ba, Pb, Mn, As y Al en los sedimentos superficiales del sector medio del Río Pirro. Las concentraciones de estos elementos fueron muy elevadas para la mayoría de las sustancias analizadas en todos los puntos de muestreo seleccionados. Su distribución no fue homogénea, ni presentó un patrón geográfico marcadamente definido, pudiéndose encontrar altos niveles distribuidos a lo largo del transecto estudiado.

2.1.4. Biodisponibilidad de metales traza en sedimentos superficiales del ecosistema lagunar costero Bocaripo – Chacopata (Península de Araya, Estado Sucre), por Pérez, Martínez y Fermín (2006).

En las investigaciones relacionadas con los problemas ambientales suelen evaluarse los sedimentos, restos de materia orgánica e inorgánica depositados sobre los continentes, debido a que actúan como sumideros de contaminantes y cuando las

condiciones ambientales cambian se convierten en fuente importante de metales que pueden ser incorporados por la biota.

La topografía y estructura de los sedimentos superficiales de la laguna Bocaripo les confiere características geoquímicas que favorecen los contenidos biodisponibles mayores de hierro, zinc, cadmio, cromo y níquel con variaciones significativas entre períodos climáticos en los contenidos biodisponibles de hierro, plomo y manganeso; en la laguna Chacopata, contribuyen con las concentraciones mayores de plomo, manganeso y cobre con notables variaciones entre estaciones de muestreo en los contenidos biodisponibles de los metales hierro, cobre, manganeso y zinc.

Tabla 1: *Contenido de metales trazas biodisponibles (mg/Kg ms) en sedimentos superficiales de las lagunas Bocaripo y Chacopata.*

METAL	LAGUNA BOCARIPO			LAGUNA CHACOPATA		
	NOVIEMBRE	MARZO	JULIO	NOVIEMBRE	MARZO	JULIO
	2003 (X±S)	2004 (X±S)	2004 (X±S)	2003 (X±S)	2004 (X±S)	2004 (X±S)
Cu	nd	nd	nd	0,32±1,01	0,10±0,32	0,30±0,57
Zn	1,70±1,26	5,13±8,01	2,16±1,40	2,65±3,94	2,62±3,35	2,09±1,64
Fe	19,60±17,66	30,81±15,10	62,15±30,82	7,78±11,82	9,81±10,41	4,10±7,75
Mn	4,52±2,30	3,85±2,54	5,02±2,27	5,13±2,89	5,72±3,57	4,02±2,15
Cr	0,03±0,10	0,07±0,23	0,15±0,36	nd	nd	0,01±0,04
Ni	0,04±0,13	nd	nd	nd	nd	nd
Pb	1,00±2,14	3,76±1,34	4,6±0,88	6,30±8,66	3,11±1,56	2,14±2,41
Cd	nd	0,05±0,12	nd	0,03±0,06	nd	0,02±0,08

nd: No detectado

2.1.5. Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua, por Prieto, Gonzáles, Román y Prieto (2009).

Los altos niveles de metales pesados como plomo, níquel, cadmio y manganeso, presentes en suelos y agua negra, utilizada para riego agrícola radican principalmente, que pueden ser acumulados en estos sistemas de suma importancia para la agricultura. Por su carácter no biodegradable, la toxicidad que ejercen sobre los diferentes cultivos y su biodisponibilidad, puede resultar peligrosos. La presente compilación bibliográfica resalta y destaca la sensibilidad relativa de algunas plantas a la presencia de los metales pesados y la tendencia a acumular los mismos, haciendo énfasis en los aspectos de relación con algunas de las características fisicoquímica de los suelos y la fitotoxicidad por metales.

Se concluye que fundamentalmente la contaminación de suelos y plantas por presencia de metales no esenciales o tóxicos para los cultivos, tiene sus orígenes en las actividades antropogénicas. Todo ello además, asociado al carácter acumulativo y bioacumulativo así como no biodegradable de los mismos.

A consecuencia de estos incrementos de concentraciones de metales en los suelos por prácticas inapropiadas, el aumento de la biodisponibilidad de los mismos para los múltiples cultivos ha estado causando daños, fitotoxicidad y con ello están provocando un riesgo latente para la salud de animales y los hombres.

2.1.6. Bioaccesibilidad y Biodisponibilidad de Elementos Traza en Suelos Contaminados y Plantas, por Segovia (2014).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la disponibilidad, biodisponibilidad y bioaccesibilidad de elementos trazas presentes en niveles anormalmente altos en suelos urbanos de las ciudades de Santiago y Rancagua. Los elementos analizados fueron Cd, Cr, Cu, Ni, Pb y Zn en suelos del orden Inceptisol (Mapocho), molisol (Rancagua) y Alfisol (Cauquenes)

Los elementos Cr, Cu, Ni y Zn fueron más biodisponibles en la raíz que en la parte aérea, en los tres suelos, en tanto que Cd fue más biodisponible en la parte aérea y sólo en el suelo fortificado. El Pb no fue detectado en la planta.

Los resultados de bioaccesibilidad en suelos y plantas respondieron consistentemente a un análisis de correlaciones múltiples. En suelos, las variables más importantes fueron el contenido de metal total y unido en distintas formas en el suelo, siendo escasa la dependencia con variables relacionadas a propiedades fisicoquímicas del suelo. En las plantas, las variables más significativas fueron el contenido de metal en la parte aérea y raíz, así como la fracción de metal unido a la pared celular y soluble en el citoplasma.

2.1.7. Trace element speciation: Analytical methods and problems, por Batley (1989).

La dispersión de los elementos en los sedimentos es fuertemente afectada por el pH, potencial redox, y ligandos complejos (orgánicos e inorgánicos).

La movilidad geoquímica, en respuesta a la acidificación ambiental, se incrementará significativamente, si el Al, Mn, Zn y a un menor grado el Cd, Co y Ni, están también presentes en la fracción no residual del sedimento.

El descenso de pH afectará la fase intercambiable, luego la fase carbonatada y partes de la fase ácido-reducible de los sedimentos, esta última consiste de oxihidratos de Fe y formas menos cristalizadas.

Contexto nacional

2.1.8. Análisis de los humedales de Rúrec, Quillcayhuanca, Huancapetí y Mesapata, por Palomino (2007), se concluyó que:

- En los sedimentos de los sistemas de humedales se presentan bacterias sulfatorreductoras al menos de los géneros *Desulfobacter* y *Desulfosarcina*.
- Las especies fitorremediadoras predominantes pertenecen a poaceae, juncaceae y cyperaceae con factores de bioconcentración de metales pesados de hasta 62.
- Las especies fitorremediadoras de mayor importancia son *Calamagrostis ligulata*, *Juncus imbricatus*, *Juncus bufonius*, *Juncus articus* y *Scirpus olneyi*
- La remoción de metales pesados por parte de estos humedales, alcanzan niveles de hasta el 99%.
- Las plantas logran remover con eficiencia los metales, principalmente el hierro y el cadmio, dependiendo del tipo de humedal.
- El sistema de humedal artificial de Mesapata remueve los cuatro metales estudiados con porcentajes anuales que van desde el 53 al 92%.

2.1.9. Capacidad secuestradora de metales pesados en el sedimento del humedal alto andino Collotacocha – Canray – Recuay – Áncash, Periodo Abril – Setiembre 2015, por Leyva (2016).

La metodología de la investigación consistió primero en identificar y delimitar el área de estudio a través de observaciones en campo y de la revisión de información cartográfica y bibliográfica del ámbito de estudio, luego se evaluó la calidad del agua,

suelo, sedimento y vegetación. Se determinaron los siguientes parámetros: velocidad de sedimentación, análisis granulométrico, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, potencial rédox, materia orgánica, ácidos orgánicos, metales totales (aluminio, arsénico, cobre, hierro, manganeso, níquel, plomo y zinc). También se evaluaron la concentración de ácidos orgánicos, el factor de concentración de metales en sedimento y la especiación de metales en el sedimento. Para evaluar estos parámetros se establecieron tres estaciones de muestreo a lo largo del recorrido del humedal Collotacocha. Los muestreos se llevaron a cabo en la época de estiaje, época de lluvias.

Los resultados mostraron concentraciones de metales altos en el sedimento, suelo y vegetación, mayor porcentaje de ácido húmicos en materia orgánica, factores de concentración de metales como arsénico y plomo en valores altos a diferencia de los demás metales, la especiación nos muestra una distribución de metales en el sedimento asociados a materia orgánica, a óxidos de fierro – óxidos de manganeso y a metales en forma de iones intercambiables. Los resultados son mayores en época de lluvia a los encontrados en estiaje.

Se concluye que de acuerdo a los resultados de los análisis realizados de para metros, físicos, fisicoquímicos y químicos, de los sedimentos del humedal Collotacocha, complementados con los factores de translocación y la especiación de metales la capacidad de secuestro del sedimento en cuanto a metales pesados es eficiente.

2.1.10. Capacidad de las plantas nativas en ambientes con drenaje ácido para la bioacumulación de metales pesados, por Aliaga, Palomino, Yupanqui y Bobadilla (2009).

El propósito fue evaluar la capacidad de bioacumulación de metales por parte de la comunidad vegetal nativa. Fueron cuatro los escenarios evaluados en período de lluvia y

en estiaje; Quebrada Honda, Quillcayhuanca, Huancapetí y Mesapata. Las variables fisicoquímicas evaluadas in situ fueron pH, conductividad y temperatura (Método APHA). Se colectaron muestras de agua en el afluente y efluente de cada humedal, además de plantas dominantes en cada lugar, para el análisis de metales por Espectroscopia de Masa de Plasma Inductivamente Acoplado (EM-PIA) en el Laboratorio de Corrosión de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Los nutrientes analizados en agua por colorimetría, se hizo en el Laboratorio de Calidad Ambiental de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Los metales de mayor presencia en los cuatro escenarios son: As, Al, Pb y Zn. Las plantas mejor adaptadas y más abundantes en estos humedales ácidos son *Calamagrostis ligulata*, *Cyperus* y *Juncus imbricatus*, que logran bioacumular en promedio Pb en más de 500 mg/L., arsénico y cobre por encima de 900 mg/L., hierro y manganeso en más de 1600 mg/L., por lo que estas plantas merecen atención en los programas de biorremediación de pasivos ambientales y otros drenajes ácidos.

2.1.11. Determinación del factor de bioconcentración y translocación de metales pesados en el *Juncus Arcticus Willd.* y *Cortaderia Rudiusscula stapf*, de áreas contaminadas con el pasivo ambiental Minero Alianza - Áncash 2013, por Montano y Medina (2013).

Se realizó el análisis de los principales metales pesados (Al, As, Cd, Cu, Fe, Mn, Pb, Sb, Zn, Ag y Ni) en el suelo, parte aérea y raíz de la planta, con lo cual se calculó el factor de bioconcentración y translocación de las dos especies, con la finalidad de conocer su potencial de extracción y/o estabilización de metales pesados, obteniéndose resultados que muestran que el *Juncus arcticus Will* acumuló la mayor concentración de Fe, As, Zn, Al, Pb y Cu en las raíces (>8000, >6000, >5000, 2400, 987

y 784 mg/kg) que la *Cortaderia rudiusscula Stapf*. Además basados en el promedio del BCF de cada especie de planta, las raíces del *Juncus arcticus Willd* fueron más eficiente que las raíces de la *Cortaderia rudiusscula Stapf*, en extraer Zn, Cu, Mn, Cd, Sb, Al, As, Fe y Pb. Así mismo sobre la base del promedio del TF, la *Cortaderia rudiusscula Stapf* fue más eficiente que el *Juncus arcticus Willd* en la traslocación de Mn, seguido del Cd, mientras que el *Juncus arcticus Willd* fue más eficiente que la *Cortaderia rudiusscula Stapf* en la traslocación de Pb, Sb, As, Fe y Al.

Finalmente, en nuestra investigación se recomienda usar a la *Cortaderia rudiusscula Stapf* como planta acumuladora en recuperación de cobertura vegetal de desmontes, y usar el *Juncus arcticus Willd* en la acumulación de metales pesados en humedales, para el tratamiento de drenaje ácido de roca y drenaje ácido de mina.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Metales pesados

Se considera metal pesado a aquellos elementos cuya densidad es igual o superior a 5 gcm⁻³, o cuyo número atómico es superior a 20, excluyendo a los metales alcalinos y alcalinotérreos. Su presencia en la corteza terrestre es inferior al 0,1% y casi siempre menor del 0,01% (con excepción del Fe). Desde el punto de vista biológico, se distinguen dos grupos de metales pesados: aquellos elementos que son requeridos por el organismo en pequeñas cantidades, pero que pasado cierto umbral se vuelven tóxicos (Co, Cr, Mo, Mn, Se y Zn), y los metales pesados sin función biológica conocida que se acumulan en los organismos vivos, su presencia en determinadas cantidades produce disfunciones en el organismo de los seres vivos y resultan altamente tóxicos (son principalmente Cd, Hg, Pb, Sb, Bi). (Álvarez L., 2004, pág. 13).

2.2.2. Contaminación de aguas superficiales por metales pesados

Al contrario que muchos contaminantes orgánicos, los metales pesados generalmente no se eliminan de los ecosistemas acuáticos por procesos naturales debido a que no son biodegradables. Por el contrario, son muy contaminantes y siguen un ciclo global eco-biológico, donde las aguas naturales son el principal camino. Hoy en día los metales pesados tienen un gran significado como indicadores de la calidad ecológica de todo flujo de agua debido a su toxicidad y muy especialmente al comportamiento bioacumulativo. (Zakaria, 2014)

Asimismo, los metales pesados tienen tendencia a formar compuestos con sustancias minerales (carbonatos, sulfatos, etc.) y con sustancias orgánicas, mediante fenómenos de intercambio iónico, adsorción, quelación, por lo que se acumulan en el medio ambiente, principalmente en los sedimentos de ríos, lagos y mares. (Zakaria, 2014, pág. 8)

2.2.2.1 Toxicidad y bioacumulación de metales pesados

Evidencias experimentales han llegado a demostrar que el grado de importancia biológica de los iones metálicos pesados con respecto a los sistemas vivos, de los que algunos son oligoelementos, sigue el mismo patrón que tiene su disponibilidad en la naturaleza. Además existe una aparente correlación entre la abundancia de los elementos en la corteza terrestre y las necesidades alimentarias de las células microbianas. (Rosas, 2001, pág. 11)

2.2.3. Contaminación de sedimentos por metales pesados

Los sedimentos ribereños están constituidos principalmente por la fracción sedimentable, orgánica y mineral de los sólidos suspendidos y por los desechos celulares de la actividad bacteriana, producidos en la oxidación de compuestos orgánicos biodegradables que ingresan al cauce por aporte de aguas domésticas y escorrentía superficial (Del Castillo, 2008). El aumento en el caudal y los cambios en la dinámica fluvial de los cuerpos de agua superficial pueden afectar drásticamente la configuración de su lecho, así como la distribución del sedimento, las plantas y la fauna a lo largo del cauce, generando problemas en el establecimiento de modelos aplicados a la hidroquímica de las corrientes naturales (...) Así, variaciones de pH, salinidad y de las propiedades rédox de las corrientes de agua pueden provocar movilización y re-suspensión de especies químicas acumuladas en los sedimentos, magnificando incluso su efecto tóxico, tal como es el caso de los metales pesados. (Herrera, Rodríguez, Coto, Salgado, & Borbón, 2013, pág. 29)

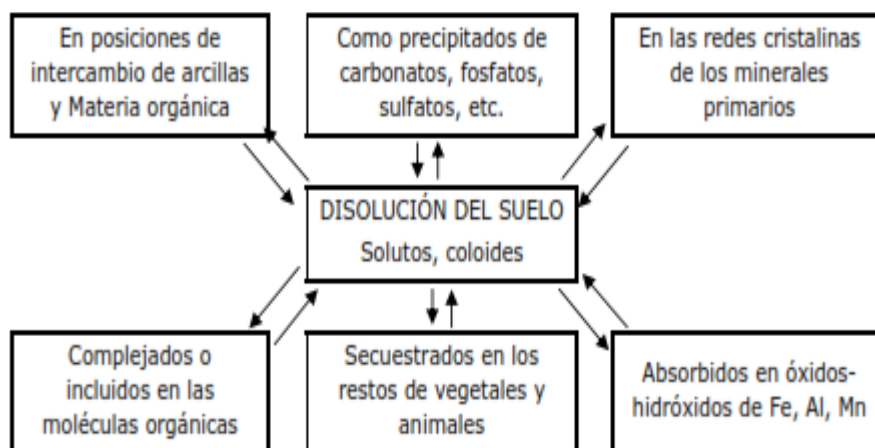


Figura 1.1 Compartimentalización de los metales pesados en el suelo. (Fuente: López Arias & Grau Corbi, 2004)

2.2.3.1 Movilidad de los metales pesados

La movilidad geoquímica, en respuesta a la acidificación ambiental, se incrementará significativamente, si el Al, Mn, Zn y a un menor grado el Cd, Co y Ni, están también presentes en la fracción no residual del sedimento. (Chira, 2010)

En general la movilidad de los metales pesados es muy baja, quedando acumulados en los primeros centímetros del suelo, siendo lixiviados a los horizontes inferiores en muy pequeñas cantidades. Por eso la presencia de altas concentraciones en el horizonte superior decrece drásticamente en profundidad, cuando la contaminación es antrópica. Esto sucede precisamente porque la disponibilidad de un elemento depende también de las características del suelo en donde se encuentra (Anxiang y col., 2009). Los parámetros geoedáficos que llegan a ser esenciales para valorar la sensibilidad de los suelos a la agresión de los contaminantes son:

- pH: la mayoría de los metales tienden a estar más disponibles a pH ácido porque son menos fuertemente adsorbidos, excepto As, Mo, Se y Cr, que son más móviles a pH alcalino.
- Textura: los suelos con alto contenido de arcillas retienen más metales por adsorción o en el complejo de cambio de los minerales de arcilla. Por el contrario, los arenosos carecen de capacidad de fijación y pueden favorecer la contaminación del nivel freático.
- Mineralogía de arcillas: cada mineral de arcilla tiene unos determinados valores de superficie específica y de descompensación eléctrica. Cuanto mayor es la superficie activa de un filosilicato, mayores son sus posibilidades de adsorber metales. Este poder de adsorción será máximo en el punto de carga cero superficial, cuando su competencia con los H⁺ es mínima, lo que se consigue a diferentes pH según el mineral. Sin embargo, la importancia de los minerales de la arcilla como adsorbentes es secundaria, cuando en

un suelo existe abundante materia orgánica y/o oxihidróxidos de hierro, componentes que son más competitivos.

- Materia orgánica: reacciona con los metales formando complejos solubles. La adsorción puede ser tan fuerte que quedan estabilizados, como el caso del Cu, o forman quelatos también muy estables, como puede pasar con el Pb y Zn. En muchos casos se forman complejos organometálicos, lo que facilita la solubilidad del metal, la disponibilidad y dispersión, ya que pueden ser biodegradados por los organismos del suelo. Esto conduce a una persistencia de la toxicidad.
- Capacidad de intercambio catiónico: esto depende del tipo de minerales de la arcilla, de la materia orgánica, de la valencia y del radio iónico hidratado del metal. A mayor tamaño y menor valencia, menos frecuentemente quedan retenidos. Respecto a los minerales de arcilla, la retención es mínima para los minerales del grupo del caolín, baja para las illitas, alta para las esmectitas y máxima para las vermiculitas.
- Óxidos e hidróxidos de Fe y Mn: juegan un importante papel en la retención de metales pesados y en su inmovilización. Se encuentran finamente diseminados en la masa de suelo, por lo que son muy activos. Por su baja cristalinidad y pequeño tamaño de partícula, tienen una alta capacidad sorbitiva de metales divalentes, especialmente Cu y Pb y en menor extensión Zn, Co, Cr, Mo, Ni y también As. Otros factores que pueden tener influencia en la movilidad de
- metales pesados en los suelos, son el potencial de óxido-reducción, la presencia de carbonatos y la salinidad del suelo. (Segovia, 2014, pág. 2)

2.2.3.2 Especiación de metales pesados en sedimentos

A través de una serie de extracciones químicas sucesivas, se consigue remover los constituyentes más importantes de los sedimentos: carbonatos, óxidos de Fe y Mn, materia orgánica y metales asociados a los minerales del sedimento.

En la mayoría de los esquemas de especiación se pretende separar los metales en cinco fracciones que son las siguientes:

- *Metales en forma de iones intercambiables.* Éstos pueden ser fácilmente liberados de los sistemas acuáticos por pequeños cambios ambientales.
- *Metal ligado a carbonatos.* Se considera que los metales unidos a esta fase se liberarán al descender el pH de los sedimentos, al disolverse los metales precipitados en forma de carbonatos.
- *Metal asociado a óxidos de Fe y Mn.* Los metales presentes en esta fase pasarán al agua en aquellas zonas donde el sedimento se encuentre bajo condiciones reductoras. Éstos óxidos son sustancias de alto poder de adsorción y son termodinámicamente inestables en condiciones anóxicas (valores bajos de potencial rédox).
- *Metal ligado a la materia orgánica.* Estos metales representan la fracción que se liberaría al pasar a condiciones oxidantes. Un caso típico es la deposición de los sedimentos anóxicos sobre superficies en contacto con la atmósfera.
- *Fase residual o litogénica.* Son los metales ligados a los minerales, formando parte de sus estructuras cristalinas. La liberación de metales de esta fase, es un periodo razonable de tiempo es cierta ciertamente improbable. (Rosas, 2001, pág. 8)

2.2.4. Contaminación de plantas por metales pesados

Los metales pesados son peligrosos porque tienden a bioacumularse en diferentes cultivos. La bioacumulación significa un aumento en la concentración de un

producto químico en un organismo vivo en un cierto plazo de tiempo, comparada a la concentración de dicho producto químico en el ambiente. (Prieto, Gonzáles, Román, & Prieto, 2009, pág. 29)

En un pequeño grado se pueden incorporar a organismos vivos (plantas y animales) por vía del alimento y lo pueden hacer a través del agua y el aire como medios de translocación y dependiendo de su movilidad en dichos medios. (Prieto et al., 2009, p.29)

2.2.4.1 Tolerancia de las plantas hacia los metales pesados.

La tolerancia hacia los metales pesados está representada por la habilidad de sobrevivir en un suelo que es tóxico a otras plantas, y se manifiesta mediante una interacción entre el genotipo y su ambiente (Macnair, M., 2002), lo cual determina su sobrevivencia (Kuiper, 1984). Los mecanismos de tolerancia son en gran parte internos: los metales son absorbidos por plantas crecidas en sustrato metalífero, presentando una serie de adaptaciones fisiológicas y bioquímicas desarrolladas en varios grados para diferentes metales en diferentes especies y poblaciones (Montano & Medina, 2014, pág. 36)

2.2.5. Contaminación de leche por metales pesados

Los metales pesados están en los alimentos y provienen de diversas fuentes, las más importantes son: el suelo contaminado en el que se producen los alimentos para el hombre y los animales; los lodos residuales, los fertilizantes químicos y plaguicidas empleados en agricultura, el uso de materiales durante el ordeño, almacenamiento y transporte de la leche, así como la contaminación por metales pesados de los alimentos y el agua que ingieren los bovinos afectan la calidad de la leche. La presencia de metales pesados en alimentos y particularmente en productos lácteos, constituye un tema de actualidad debido a la contaminación de la cadena trófica involucrada y a los daños que

ocasionan a la salud pública. Es necesario enfatizar que los riesgos a la salud de la población infantil necesitan ser evaluados de una manera integral, considerando la exposición crónica de metales pesados en alimentos que por lo regular se presenta asintomática durante un tiempo prolongado de vida. Algunos metales, como el cobre y el zinc, son necesarios en niveles bajos para el funcionamiento normal de los organismos vivos, sin embargo, en concentraciones altas pueden ser muy tóxicos.

Rodríguez Sánchez en el 2003, (3) citando a la Organización Mundial de la Salud, menciona que se ha comprobado que la leche de bovinos que pastorean e ingieren agua a las orillas de lagos y ríos contaminados con desechos industriales y aguas negras contienen metales pesados como plomo, cadmio, mercurio y zinc; en estos estudios se ha encontrado que la concentración de metales pesados ingeridos por las vacas tienen influencia sobre las concentraciones de dichos elementos en la leche, además demostraron que una parte de estos elementos son excretados en la leche, unidos a compuestos orgánicos, principalmente en las proteínas, mientras que otros se asocian a una baja porción de grasa. (Rodríguez, y otros, 2005, pág. 1)

Tabla 2: Promedios de concentración de metales pesados por establo.

Establo	Concentración (mg/kg) base seca			
	Plomo	Cadmio	Cobre	Zinc
1	0.8714	0.2857	0.4278	3.3735
2	0.5998	0.2936	0.3396	3.2061
3	0.6296	0.3048	0.4167	3.6048
4	0.7723	0.3142	0.4816	4.0177
5	0.8299	0.2794	0.3968	3.1990
Promedio	0.7406	0.2955	0.4125	3.4802
Límite permitido				
Unión Europea	0.02	-	-	-
Rumanía	0.10	0.01	0.5	5
Codex- FAO	0.02	-	.	-

2.2.6. Humedales de tratamiento de drenaje ácido de roca

Humedales de tratamiento se han demostrado como un método tecnológicamente factible y costo efectivo para tratar el drenaje ácido de roca y otras aguas cargadas con metales. Los estudios anteriores han incluido humedales tanto naturales como construidos, aunque según la EPA US sólo humedales construidos se han mostrado adecuadamente. Sin embargo, los humedales naturales tienen una ventaja significativa siendo un ambiente anaeróbico estable ya establecido. (Schrauf & Smith, 2005, pág. 1)

Un sistema eficiente de fitorremediación requiere especies de plantas que satisfagan 2 prerequisites: tolerancia a metales y capacidad de acumulación (absorción, detoxificación y secuestro). Además, la planta ideal debería poseer la habilidad de sobrevivir a más de un metal en el medio de crecimiento. (Montano & Medina, 2014, pág. 37)

La remoción de metales en humedales anaerobios se debe a una combinación de procesos físicos, químicos y biológicos que incluyen la dilución, dispersión, oxidación/reducción, precipitación/co-precipitación, adsorción e intercambio iónico, que tienen lugar entre los sedimentos en suspensión y el sustrato del humedal en donde conviven microorganismos, algas y la vegetación, de estos procesos, la precipitación de óxidos, hidróxidos u oxihidróxidos metálicos remueve metales de la columna de agua y los incorpora y acumula en los sedimentos del humedal. La mayoría de estos oxihidróxidos tienen baja solubilidad a pH 6 y 10. (Aliaga E. , 2017, pág. 63)

2.3. Definición de términos

a. Ácidos fúlvicos

Los ácidos fúlvicos, no precipitables por los ácidos después de la extracción alcalina.

Los ácidos fúlvicos son una sustancia amarillenta con menor grado de humificación y estructura mucho más sencilla que presentan las siguientes características:

- ✓ Actúa principalmente sobre las propiedades biológicas del suelo.
- ✓ No precipitan en medio ácido.
- ✓ Baja capacidad de retención de agua.
- ✓ Menor capacidad de intercambio catiónico.
- ✓ Gran capacidad de concentración en líquidos (60%).
- ✓ Se obtienen a partir de cualquier tipo de materia orgánica oxidable.
- ✓ Mayor efecto estimulante.

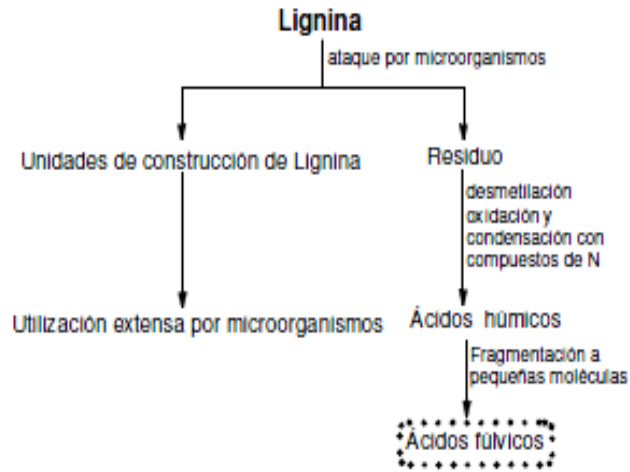


Figura 2.1. Formación de los ácidos fúlvicos. Fuente: Melo, 2006

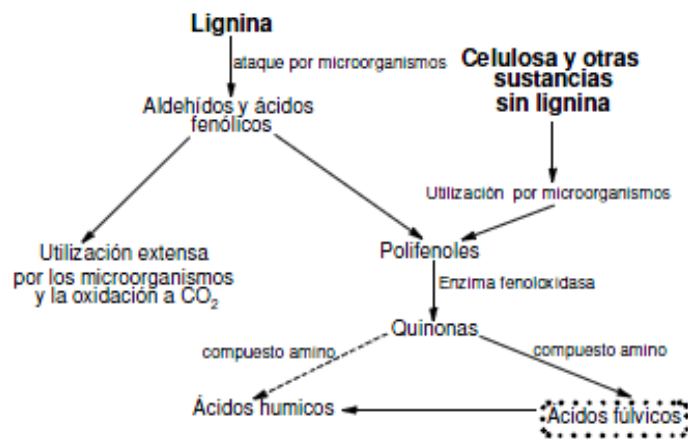
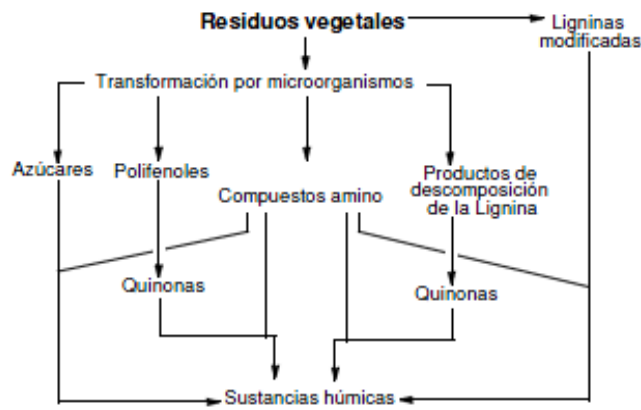


Figura 2.2 Transformación a ácidos húmicos y ácidos fúlvicos. Fuente: Melo, 2006

b. Ácidos húmicos

Las sustancias húmicas engloban una serie de productos de biosíntesis o diagénesis que se encuentran ampliamente distribuidas tanto en los suelos actuales como en los distintos tipos de recursos orgánicos fósiles. Estas son sustancias macromoleculares, de color oscuro, de naturaleza mayoritariamente hidrofílica, con propiedades de superficie y carga variable y con pesos moleculares elevados (Schnitzer, 1978). Aproximadamente la mitad de la materia orgánica del suelo se encuentra en forma de sustancias húmicas que constituyen la mayor reserva de carbono de la biosfera (del orden de $8 \cdot 10^{14}$ kg). Los ácidos húmicos, que precipitan en medio ácido en forma de flóculos de color pardo, son solubles en medio alcalino, forman complejos con cationes, alto contenido en radicales libres, éstos forman una fracción coloidal de mayor peso molecular insoluble a pH ácido. Además resistencia a la biodegradación, capacidad de intercambio catiónico, composición elemental orgánica y acidez total. (Tinoco, 2000, pág. 4)

Los ácidos húmicos son una sustancia negra con un alto grado de humificación y estructura compleja, que actúan principalmente sobre las propiedades físicas y químicas del suelo, y que presentan las siguientes características:

- ✓ Disgregan las arcillas en suelos muy pesados y con poca aireación y dan coherencia en suelos arenosos.
- ✓ Aumenta la permeabilidad y la porosidad del suelo.
- ✓ Precipitan en medio ácido.
- ✓ Gran capacidad de retención de agua.

- ✓ Gran acción coloidal (retención de cationes), formando parte del CAH. Esto hace que gran número de elementos bloqueados por el suelo, puedan ser liberados y puestos a disposición de las plantas.
- ✓ Efecto quelante con Fe, Mn, Cu y Zn.
- ✓ Máxima capacidad de intercambio catiónico.
- ✓ Gran dificultad de concentración en líquidos, 15% máximo porque luego empiezan a dejar mucho poso.

c. Bioacumulación.

Proceso de acumulación de sustancias químicas en organismos vivos de forma que estos alcanzan concentraciones más elevadas que las concentraciones en el medio ambiente o en los alimentos. (Álvarez & Amancio, 2014, pág. 11)

d. Biomagnificación.

Proceso por el cual los organismos que están en un nivel trófico superior acumulan un compuesto a concentraciones mayores que las encontradas en el agua o incluso en el material particulado. (Álvarez & Amancio, 2014, pág. 11)

e. Factor de Translocación

Es una medida de la capacidad de una sustancia para concentrarse (acumularse) en los sedimentos. Se define como el cociente entre la concentración de la sustancia en el sedimento y la concentración en un medio (agua).

El factor de translocación de determina mediante la siguiente formula:

$$FT = \frac{(MP) \text{ Planta}}{(MS) \text{ Sedimento}}$$

Dónde:

FT= factor de translocación

MP= concentración de metal pesado

Tabla 3: *Clasificación del factor de translocación.*

FACTOR DE TRANSLOCACIÓN	CLASIFICACION
CF<1	Bajo
1≤CF<3	Moderado
3≤CF<6	Considerable
CF≥6	Muy alto

Fuente: (Montano & Medina, 2014)

f. Humedal

Un humedal es un ecosistema que depende de la inundación constante o saturación recurrente sobre o cerca de la superficie del suelo. Las características mínimas esenciales de un humedal son inundación o una saturación recurrente o sostenida sobre o cerca de la superficie y la presencia de características físicas, químicas y biológicas inherentes a la inundación o saturación recurrente. Las características comunes al diagnóstico de los humedales son suelos hídricos y vegetación hidrófita. Estas características estarán

presentes excepto donde los factores fisicoquímicos específicos, bióticos o antropogénicos las hayan eliminado o prevengan su desarrollo. (Wetlands, 1995)

g. Humedales altoandinos:

Los humedales altoandinos son considerados por la Convención de Ramsar como ecosistemas de gran fragilidad asociada a causas naturales como el cambio climático, las sequías prolongadas en la puna y a la intervención humana, como en los casos de la agricultura no sostenible, el pastoreo excesivo y la minería a cielo abierto. Muchos humedales de montaña se están perdiendo de manera acelerada, sobre todo, por mal manejo y desconocimiento de su importancia económica y ecológica. (Ramsar COP8, 2002, pág. 2)

h. Movimiento de residuos de metales pesados en el ambiente

Las sales solubles en agua de los metales pesados como el plomo, cadmio y mercurio son muy tóxicos y acumulables por los organismos que los absorben, los cuales a su vez son fuente de contaminación de las cadenas alimenticias al ser ingeridos por alguno de sus eslabones.

Si bien los metales pesados tienen una actividad tóxica reconocida a concentraciones altas, los organismos vivos tienen necesidad vital de alguno de ellos, ya que son necesarios para diversas funciones fisiológicas. (Solano, 2005, pág. 141)

i. Movilidad de metales:

Los factores que influyen en la movilización de metales pesados en el suelo son: (Sauquillo et al., 2003):

- Características del suelo: pH, potencial rédox, composición iónica de la solución del suelo, capacidad de cambio, presencia de carbonatos, materia orgánica, textura, etc.
- Naturaleza de la contaminación: origen de los metales y forma de deposición.
- Condiciones medioambientales: acidificación, cambios en las condiciones rédox, variación de temperatura y humedad. (Solano, 2005, pág. 150)

CAPÍTULO III:

METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación es aplicada y no experimental - longitudinal, cuyo diagrama se presenta en la siguiente página, ya que el método de contrastación es explicativo, y debido a que la relación entre la variable independiente y dependiente se observaron tal y como se da en su contexto natural y las observaciones se llevaron a cabo en dos períodos durante un año, en la época de lluvia (mes de enero) y en la época de estiaje (mes de septiembre).

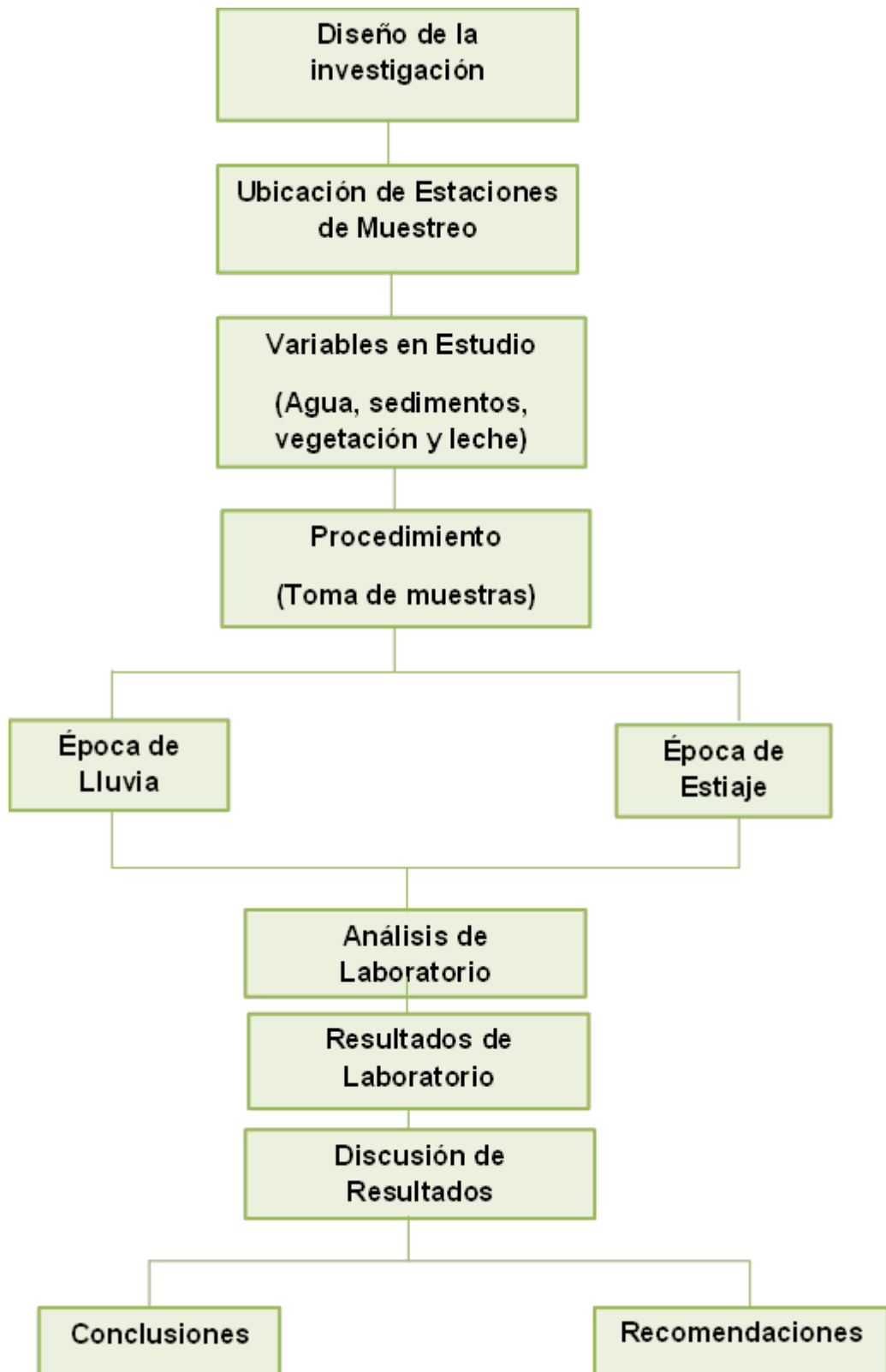


Figura 3.1: Diagrama de flujo del diseño de la investigación

3.1.1. Ubicación y descripción del ámbito en estudio

El humedal de Collotacocha y el río Uquián (confluencias de los ríos Pumahuacanca y Araranca) se encuentran dentro de la cuenca del río Negro. Se encuentra ubicada en la provincia de Huaraz, distrito de Olleros entre las coordenadas UTM Este 227,975 m - 251,370 m y UTM Norte 8'929,150 m - 8'945,123 m.

El mapa de ubicación de la subcuenca Uquián y el mapa del área de estudio se presentan en los anexos 1 y 2 respectivamente.

3.2. Poblaciones:

Se consideró como población a las aguas, sedimentos, vegetación del humedal altoandino de Collotacocha y leche del ganado vacuno que pasta en el humedal mencionado, relacionados con la presencia de los metales pesados en estudio (Al, Fe, Mn, Pb y Cu); desde la naciente en la confluencia de los ríos Pumahuacanca y Araranca (que conforma el Río Uquián) hasta la formación de río Negro ubicado en el caserío de Canray en la provincia de Recuay.

3.2.1. Características biofísicas de la zona de estudio

A. Hidrografía:

El río Uquián se encuentra en la localidad de Canray al margen derecho del río Santa, el área de estudio es recorrida por los tributarios de este río que constituyen subcuencas y microcuencas que en conjunto dan nacimiento al río Negro o río Olleros, con un rumbo predominante de Este – Oeste.

Río Negro. - Es el colector más importante y de régimen permanente que nace en la cordillera Blanca como producto de los deshielos. Este río tiene dos nacientes, por un lado, el río Arhuay que tiene su origen en las diversas lagunas en la quebrada Ututo; por otro, el río Rúrec que tiene su origen en la laguna Pampa

Raju o “Verdecocha”, que al confluir aguas abajo da nacimiento al río Negro. El río Negro desemboca al río Santa por la margen derecha a dos kilómetros de la capital del distrito. (Cruz, 2006, pág. 83)

Río Araranca.- Se forma como resultado de los deshielos del nevado Matashu y de la esorrentía de la vertiente sur del cerro Araranca, así como de la vertiente norte del cerro Pogo y Cerro Pampa Rajupunta, el caudal aproximado de este riachuelo es de 397 L/s para el mes de mayo, tiene un recorrido aproximado de 7.2.Km., antes de unirse al río Negro. (Chávez, 2011, pág. 29)

Río Pumahuacanca.- Este riachuelo se forma como resultados del deshielo de los nevados Verdecocha y Tuctopunta y la esorrentía de los cerros de Pumahuaganga y cerro Arahuay, el caudal de este riachuelo es de 715 l/s, para el mes de mayo, sigue una dirección noroeste – sureste, tienen un recorrido 5.24 kilómetros y desembocan en el lado norte de la laguna Collotacocha. Sus aguas de la subcuenca son de color rojizas por el alto contenido de hierro. (Chávez, 2011, pág. 36)

El mapa hidrográfico de la subcuenca de Uquián se presenta en el anexo 3.

B. Geología.

Las unidades formaciones geológicas encontradas en las cuencas de análisis comprenden: (Chávez, 2011, pág. 8)

o **Familia Chicama (Js-ch).**

Está Constituida por una secuencia de lutitas laminadas de color gris oscuro, que constituyen el mayor porcentaje de la formación, y de arenisca finas de color gris con bancos de cuarcitas y areniscas claras. Aflora en forma extensa dentro de la cuenca del Río Negro. Se caracteriza por ser una de las formaciones más deformadas por

plegamientos, fallas y acción mecánica de los intrusivos. Los suelos son residuales, principalmente arcillosos, de poca profundidad.

○ **Roca intrusiva (N-gd).**

Estas rocas pertenecientes al Cretáceo superior – Terciario inferior, vienen a ser las más recientes y se encuentran intruyendo a las rocas más antiguas. Sus afloramientos, que son parte del Batolito Andino, se encuentran distribuidos principalmente en la parte norte de la cuenca del río Negro. Desde el punto de vista hidrogeológico, estas rocas (Granitos, Granodioritas y Dioritas) son consideradas impermeables y vienen a conformar los límites laterales del reservorio acuífero.

○ **Familia volcánico Calipuy (P-ca1).**

Consiste de una extensa y variada formación volcánica; piroclastos, derrames y brechas de composición dacítica, riolítica y andesítica, de colores morados, verdosos y amarillentos. Sobreyace a los sedimentos calcáreos con una fuerte discordancia angular. Se encuentra intruído por el Batolito Andino, estando muchas zonas plegadas y falladas. Los suelos son residuales, arcillosos y areno-arcillosos, generalmente ácidos y poco.

○ **Depósitos aluviales (Q-al):**

Formado por arena, arcilla, grava, y conglomerado semiconsolidados, generalmente horizontales. Se asientan en las zonas media y baja de las márgenes de los ríos, conformando principalmente el área agrícola. Los suelos son transportados, areno-arcillosos, profundos: son los suelos que ofrecen las mejores condiciones para el desarrollo agrícola.

○ **Depósitos fluvioglaciares (Q-glf)-Depósitos morrénicos (Q-mo1-Q-mo2):**

Están conformados por acumulaciones morrenicas y rellenos de arena, arcilla y grava. Los fragmentos rocosos son heterométricos, poco seleccionados y de formas

angulosas y sub-redondeadas. Los suelos son transportados, gravosos y arcillosos, de profundidad y permeabilidad variable.

El mapa geológico de la subcuenca de Uquián se presenta en el anexo 4.

C. Cobertura vegetal.

Los pastizales existentes en esta zona son de tres tipos de vegetación de un pajonal, bofedal y en menor cantidad césped de puna, este tipo de pastizal se caracterizan por poseer suelos húmedos de carácter temporal o permanente, que determinan el desarrollo de un tipo de plantas en particular como las del género *Distichia*, *Plantago*, *Calamagrostis*, *Alchemilla*, *Azorella* y constituyen fuentes de forraje durante los períodos de sequía. El pajonal se caracteriza por las densas agrupaciones en matas de gramíneas de hojas duras, en algunos casos punzantes, conocidos con los nombres vulgares de "ichu" o "paja" en todo el territorio alto andino. Este tipo de pastizal es dominado por gramíneas altas de las que destacan los géneros *Festuca*, *Calamagrostis* y *Stipa*.

La vegetación que predomina es propia del bofedal como las del género *Distichia*, *Plantago*, *Calamagrostis*, *Alchemilla*, *Azorella* y constituyen fuentes de forraje durante los períodos de sequía. También predomina el tipo de vegetación pajonal destacan los géneros *Festuca*, *Calamagrostis* y *Stipa*. Este tipo de vegetación constituye un recurso importante para la alimentación de ganado vacuno. (Chávez, 2011).

El mapa de cobertura vegetal de la subcuenca Uquián se presenta en el anexo 5.

3.3. Caracterización de la muestra

- **Muestra de agua**

Con la visita de campo se determinó el área de potencial interés y se decidió tomar muestra de agua de 1 litro en 2 puntos en el Río Uquián, aguas arriba y aguas abajo.

- **Muestra de sedimento**

Respecto a la muestra de sedimento consistió en tomar una muestra compósita (en un área de un metro) de aproximadamente 1 Kg en cada uno de los puntos identificados y a 1 metro de profundidad.

- **Muestra de vegetación**

Respecto a la vegetación se cortó el Ichu unos 400 gr. aproximadamente en cada punto identificado.

- **Muestra de leche**

Para la muestra de leche, se tomó un litro de leche del ganado vacuno que se encontraba pastando en la zona de estudio; se consideró tomar las muestras una en época de lluvia y otra en época de estiaje.

3.4. Ubicación de las estaciones de muestreo

Tabla 4: *Ubicación de las estaciones de muestreo de la calidad de agua.*

Estaciones de Monitoreo	Coordenadas UTM, WGS84, Zona 18S			Procedencia – Descripción
	ESTE	NORTE	ALTITUD	
AH – 01	243360	8933194	4028	5m. aguas arriba del Humedal Alto Andino Collotococha del Río Uquián, Localidad de CANRAY, Distrito de Recuay, Provincia de Recuay, Ancash
AH – 02	244280	8933808	4044	5m. aguas abajo del Humedal Alto Andino Collotococha del Río Uquián, Localidad de CANRAY, Distrito de Recuay, Provincia de Recuay, Ancash

Tabla 5: *Ubicación de las estaciones de muestreo de la calidad de sedimento.*

Estaciones de Monitoreo	Coordenadas UTM, WGS84, Zona 18S			Procedencia – Descripción
	ESTE	NORTE	ALTITUD	
SH - 01	243597	8933198	4052	Al Sur del Humedal Alto Andino, Collotococha, Canray, Recuay
SH - 02	244020	8933230	4053	Al Sureste del Humedal Alto Andino, Collotococha, Canray, Recuay
SH - 03	244222	8933412	4057	Al Este del Humedal Alto Andino, Collotococha, Canray, Recuay
SH - 04	244156	8933593	4040	Al Noreste del Humedal Alto Andino, Collotococha, Canray, Recuay

Tabla 6: *Ubicación de las estaciones de muestreo del análisis de vegetación.*

Estaciones de Monitoreo	Coordenadas UTM, WGS84, Zona 18S			Procedencia – Descripción
	ESTE	NORTE	ALTITUD	
VH – 01	243597	8933198	4052	Al Sur del Humedal Alto Andino, Collotacocha, Canray, Recuay
VH – 02	244020	8933230	4053	Al Sureste del Humedal Alto Andino, Collotacocha, Canray, Recuay
VH – 03	244222	8933412	4057	Al Este del Humedal Alto Andino, Collotacocha, Canray, Recuay
VH – 04	244156	8933593	4040	Al Noreste del Humedal Alto Andino, Collotacocha, Canray, Recuay

Tabla 7: *Descripción de la estación de muestreo del análisis del producto lácteo.*

Estación de Monitoreo	Descripción
M – 01	Muestra de ganado presente en el área de estudio
M – 02	Muestra de ganado presente en el área de estudio

3.5. Variables de estudio

Metales pesados en agua

Metales pesados en sedimento

Metales pesados en vegetación

Metales pesados en leche

3.6. Procedimientos

3.6.1. Determinación de metales en agua

El monitoreo de la calidad de agua se realizó de acuerdo al “Protocolo Nacional de la Calidad de Cuerpos de Naturales de Agua Superficial” de la Autoridad Nacional del Agua. Para ello se identificó 02 puntos de muestreo descritos a continuación.

Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Calidad de Agua de la FCAM – UNASAM, aplicando los métodos normalizados de la APHA.

Se tomó como referencia para la evaluación de la calidad de agua de la salida del humedal los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua para la Categoría 3.

Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Calidad de Agua de la FCAM – UNASAM, aplicando los métodos normalizados de la APHA.

La metodología de muestreo de metales en agua utilizada fue:

- Se utilizaron frascos de capacidad de 1L. de plástico virgen, preservantes (HNO₃), cajas térmicas y refrigerantes.
- Se sumergieron las botellas boca abajo en dirección de la corriente de agua a una profundidad aproximada de 20 a 30 cm, luego se giró la boca de la botella en dirección opuesta a la dirección de la corriente de agua evitándose el contacto con la orilla o el lecho, para evitar la remoción de sedimentos.
- Se dejó una porción del recipiente sin llenar (1 % del volumen de la botella), para evitar derrames por expansión o contracción de la botella.
- Se procedió al rotulado y la preservación química de la muestra con ácido nítrico hasta un pH <2.

- Se colocaron los frascos en un cooler (Caja térmica) y se refrigeraron a 4 °C haciendo uso de ice packs.
- Se trasladaron las muestras al laboratorio para su análisis respectivo.



Figura 4.1: Toma de muestra de agua en la Estación AH – 01.



Figura4.2: Toma de muestra de agua en la Estación AH – 02.

3.6.2. Determinación de metales en sedimentos:

La toma de muestras de sedimento se realizó de acuerdo a lo establecido en la Guía para Muestreo de Suelos del MINAM (en el Marco del Decreto Supremo N°002-2013-MINAM) y a las Guías de Calidad Ambiental Canadiense para sedimentos de cuerpos de agua continental, se establecieron 04 puntos de muestreo en el humedal como se muestra en la Tabla 5; para ello se tomó una muestra compósita (en un área de un metro) en cada una de las estaciones por período (estiaje y lluvioso). Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Calidad de Agua de la FCAM – UNASAM, aplicando los métodos normalizados de la APHA.

3.6.2.1 Descripción de la metodología de muestreo de sedimentos.

Muestreo de metales y materia orgánica.

- Para la extracción de la muestra se usaron palas pequeñas y una draga.

- Se sacaron muestras en cuatro puntos; y, para obtener una muestra representativa compuesta se aplicó el método del cuarteo.
- Se llenaron en bolsas previamente rotuladas, evitando espacios libres o presencia de burbujas de aire y luego se guardaron en un cooler a una temperatura de 4°C.
- Se trasladaron las muestras al laboratorio para su tratamiento y análisis correspondiente.

Determinación de ácidos orgánicos

La clasificación de sustancias húmicas comúnmente conocida hasta la fecha: ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas fue hecha con respecto a su solubilidad. Los ácidos húmicos y fúlvicos representan las fracciones solubles en soluciones acuosas alcalinas, mientras que las huminas representan el residuo insoluble del sedimento. Los ácidos fúlvicos son separados de los ácidos húmicos a través de la precipitación de estos últimos, lo cual se logra mediante la acidificación de la solución acuosa en la que se encuentran disueltas. Los ácidos fúlvicos son solubles a cualquier pH, por lo que permanecen disueltas a en el medio acuoso.

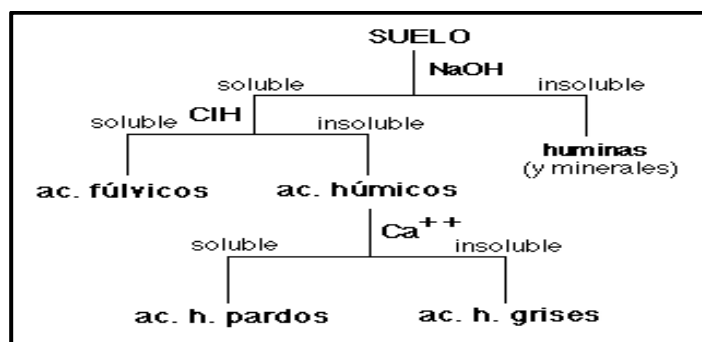


Figura 5.1. Esquema de extracción de ácidos húmicos.



Figura 6.1: Toma de muestra de Sedimento en la Estación SH – 01.



Figura 6.2: Toma de muestra de Sedimento en la Estación SH – 02.



Figura 6.3: Toma de muestra de Sedimento en la Estación SH – 03.



Figura 6.4: Toma de muestra de Sedimento en la Estación SH – 04.

3.6.2.2 Descripción de la metodología de especiación de metales pesados en sedimento.

La especiación de metales pesados se realizó siguiendo la marcha analítica descrita:

- **Primera etapa:** se mezcla en un recipiente de polietileno un gramo de sedimento y 40ml de disolución de ácido acético 0.11M y se coloca en un baño agitador horizontal durante 16 horas a temperatura ambiente. Luego se pasa el contenido a un tubo de centrifuga, se centrifuga a 3000 r.p.m. durante 40 min. A continuación, se extrae el líquido sobrenadante con una pipeta de 5ml y se deposita en un tubo de polietileno y se refrigera a 4°C hasta su análisis. Se lava el residuo con agua ultra pura y se centrifuga por 15 minutos, se desecha el agua de lavado y se transfiere el residuo a un recipiente de polietileno.
- **Segunda etapa:** al residuo de la primera etapa se le añade 40ml de disolución de clorhidrato de hidroxilamina 0,1M acidifica con ácido nítrico hasta pH=2 y se agita la mezcla durante 16 horas a temperatura ambiente. El residuo se lava con agua ultrapura se centrifuga por 15 minutos luego se extrae el sobrenadante y se refrigera a 4°C hasta su análisis. El residuo se traspa a un recipiente de polietileno.
- **Tercera etapa:** al residuo de la segunda etapa se le agrega 10 ml de peróxido de hidrógeno 8,8M, se tapa el recipiente para que digiera a temperatura ambiente durante una hora, agitando manualmente de forma ocasional. Se continúa con la digestión una hora más en el baño agitar a 885 °C y luego se incrementa la temperatura a 99 °C. añadir otro 10 ml de peróxido de

hidrogeno 8,8M y se calienta nuevamente a 85 °C durante una hora, se aumenta la temperatura para llevar la muestra a sequedad. A continuación, se agrega al residuo 50ml d acetato de amonio 1M y se lleva al baño agitador durante 16 horas a temperatura ambiente, luego se separa el extracto del residuo por centrifugación como en los casos anteriores, el sobre nadante se refrigera para análisis.

- **Cuarta etapa:** finalmente pasamos l residuo de la tercera etapa a un recipiente de pírex, luego se le añade 5ml de HCL y 15 ml de HNO₃ y se coloca inmediatamente en baño de arena a 150°C durante 3 horas, transcurrido este tiempo se centrifuga y separa el líquido sobrenadante y se refrigera hasta su análisis.

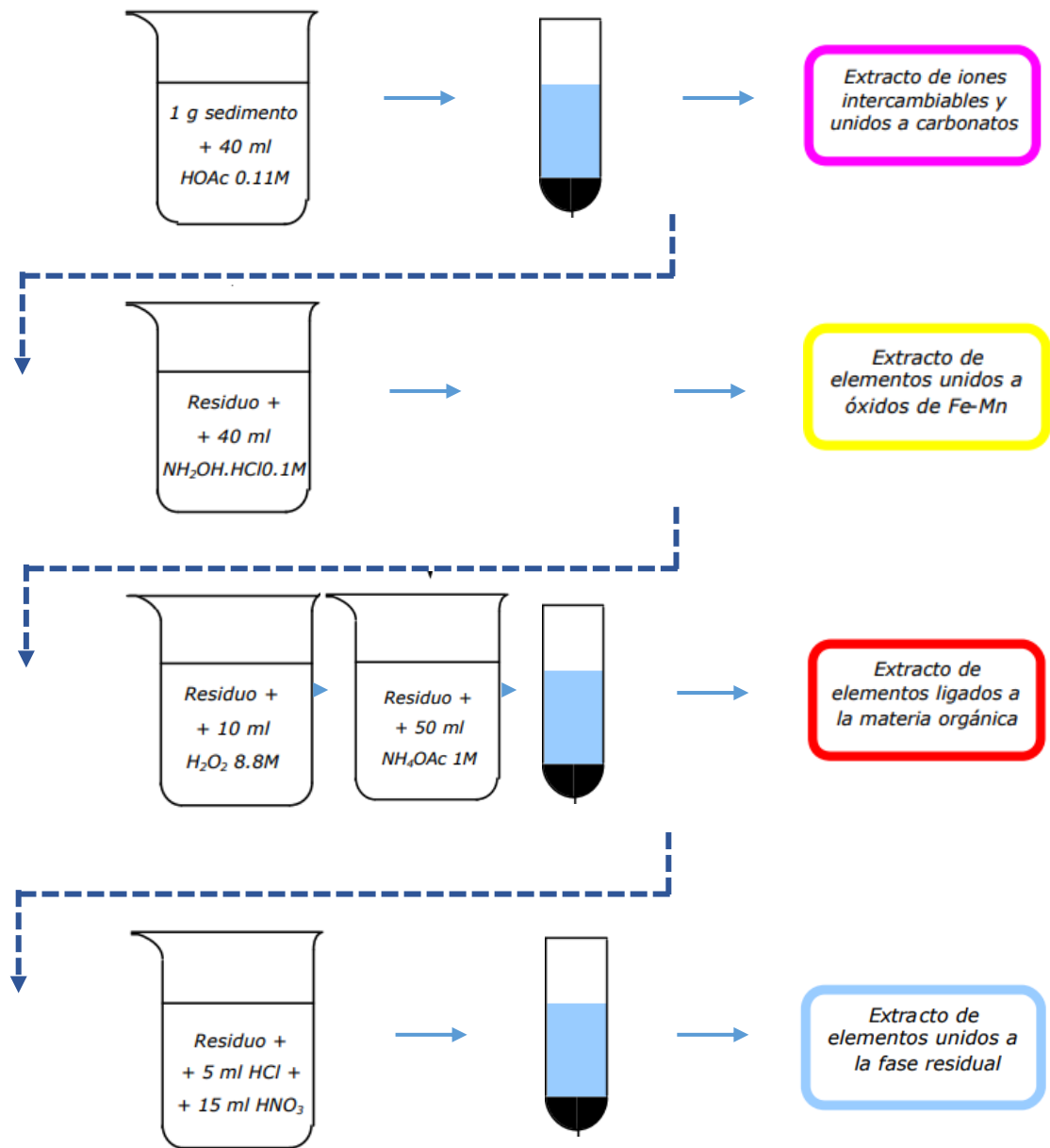


Figura 7.1. Esquema de la especiación de la materia orgánica.

3.6.3 Determinación de metales en vegetación:

Se realizó un muestreo aleatorio (Método de anillo sensor y se tomó en cuenta las zonas de mayor aglomeración de ganado) en 04 estaciones de muestreo y se caracterizó la vegetación del humedal en estudio.

Para el muestreo vegetación se tuvo en cuenta la guía mexicana NMX- AA-132-SCFI-2006 y el Protocolo de Muestreo de Vegetación y Suelos (El Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo – CYTED). Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Calidad de Agua de la FCAM – UNASAM, aplicando los métodos normalizados de la APHA.

3.6.3.1 Descripción de la metodología del muestreo de metales en vegetación.

Se trabajó con la siguiente planta del humedal: *Festuca dolichophylla* (Ocsa).

- Se utilizó el método del anillo sensor, luego se extrajeron las plantas de raíz.
- Se dejaron secar a temperatura ambiente.
- Se procedió a la limpieza de las muestras con una brocha pequeña, para quitar la tierra adherida.
- Las plantas se colocaron en bastidores, cubiertas con periódico y luego apiladas y guardadas en una caja.
- Se trasladaron las muestras al laboratorio para su tratamiento y análisis respectivo.



Figura 8.1: Toma de muestra de Vegetación en la Estación VH – 01.



Figura 8.2: Toma de muestra de vegetación en la estación VH – 02



Figura 8.3: Toma de muestra de vegetación en la estación VH – 03.



Figura 8.4: Toma de muestra de vegetación en la estación VH – 04

3.6.4 Determinación de metales en la leche:

Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Calidad de Agua de la FCAM – UNASAM, aplicando los métodos normalizados de la APHA. Mediante el método de Espectrofotometría - ICP-MS.

Se tomó como referencia la metodología planteada por la FAO, la presente Norma contiene los principios recomendados por el Codex Alimentarius en relación con los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos; se indican también los niveles máximos y planes de muestreo relacionados de los contaminantes y las sustancias tóxicas naturales que se encuentran en los alimentos y piensos que, por recomendación de la Comisión del Codex Alimentarius (CAC).

3.6.4.1 Descripción de la metodología de muestreo del producto lácteo.

Se realizó dos muestreos para el análisis del producto lácteo, en la cual se recolectó o compró un litro de leche para cada análisis, de los moradores cercanos al humedal alto andino Collotacocha, quienes pastorean sus ganados en dicho humedal.

Posteriormente se trasladó la muestra al Laboratorio de Calidad de Ambiental de la FCAM – UNASAM para realizar los análisis pertinentes, aplicando los métodos normalizados de la APHA. Mediante el método de Espectrofotometría - ICP-MS.

3.6.5 Análisis de datos

Se utilizaron programas de tratamiento estadístico de los datos obtenidos en campo en el laboratorio y utilizando el software: ArcGis, en la tabla 8 se muestran los diferentes métodos de análisis utilizados.

Tabla 8: *Métodos de análisis y unidades de medida.*

INDICADOR O PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO DE ANÁLISIS
Materia orgánica	%	Método de WALKLEY & BLAC
Acido Húmico	%	Método de IHSS
Ácido Fúlvico	%	Método de IHSS
Metales totales (Aluminio, Arsénico, Cobre, Hierro, Plomo, Manganeso, Níquel, Zinc).	mg/l	EPA Method 200.7, Rev.4.4. EMMC Version. Determination of Metals and trace Elements in Water and Wates by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry. 1994

3.6.6 Descripción de la metodología de muestreo del producto lácteo

Se estableció una frecuencia de 02 veces durante un año: época de lluvia (estación precipitación) se trabajó en el mes de enero y en la época de estiaje (estación de secano) se realizó en el mes de agosto.

CAPÍTULO IV:

RESULTADOS

4.1. Parámetros de campo y concentración de metales pesados en agua.

Resultado de análisis de parámetros de campo de la calidad de agua, consolidado de los reportes de laboratorio en la tabla 9, y sus figuras del 9.1 al 9.4.

Tabla 9: *Parámetros de campo de la calidad de agua.*

		ÉPOCA DE LLUVIA		ÉPOCA DE ESTIAJE	
Parámetro	Unidad	AH - 01	AH - 02	AH - 01	AH - 02
pH		6.74	7.04	3.75	3.79
Cond.	uS/cm	349	388	488	484
O. D.	mg/L	7.06	7.05	7.6	7.38
Temp.	°C	9.4	10.6	6.7	6.3

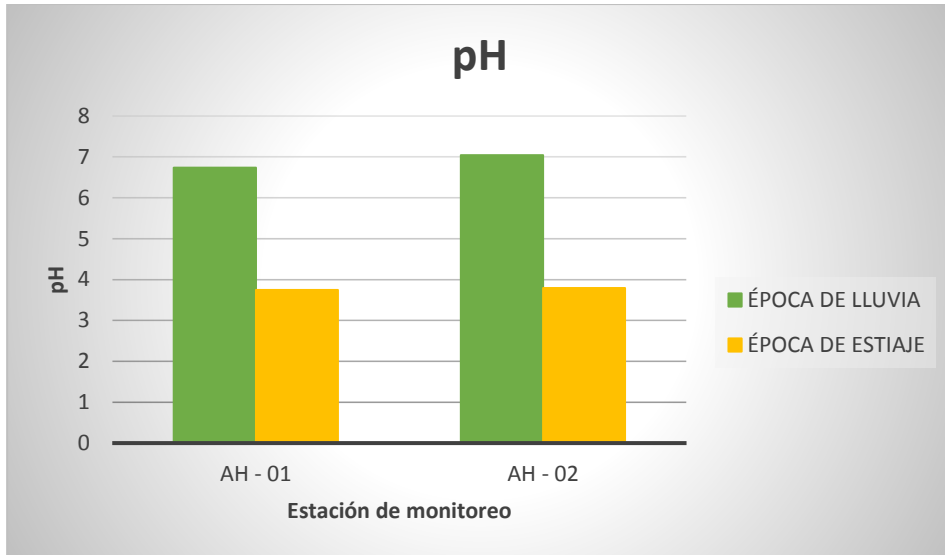


Figura 9.1: Parámetro de campo pH en la calidad del agua.

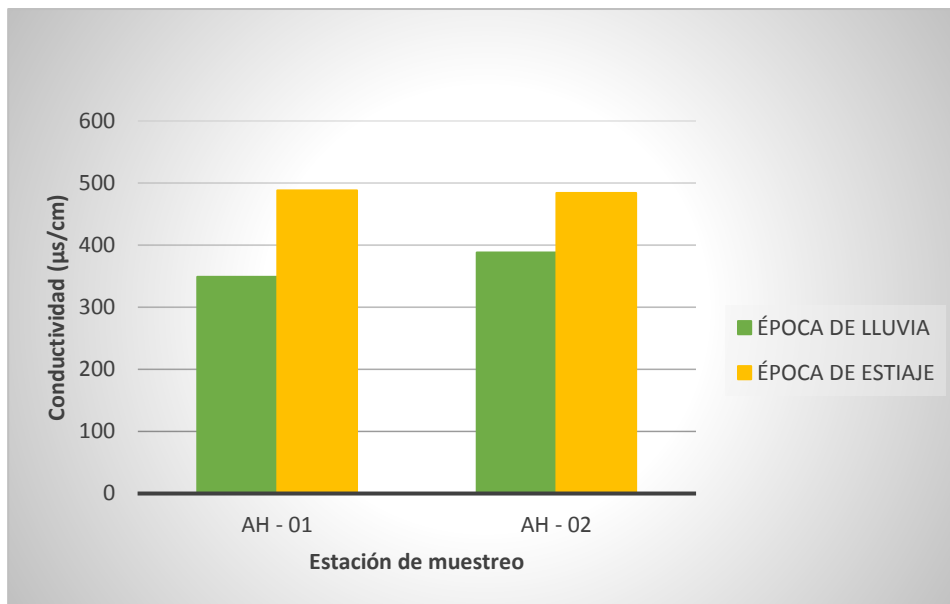


Figura9.2: Parámetro de campo conductividad eléctrica en la calidad del agua.

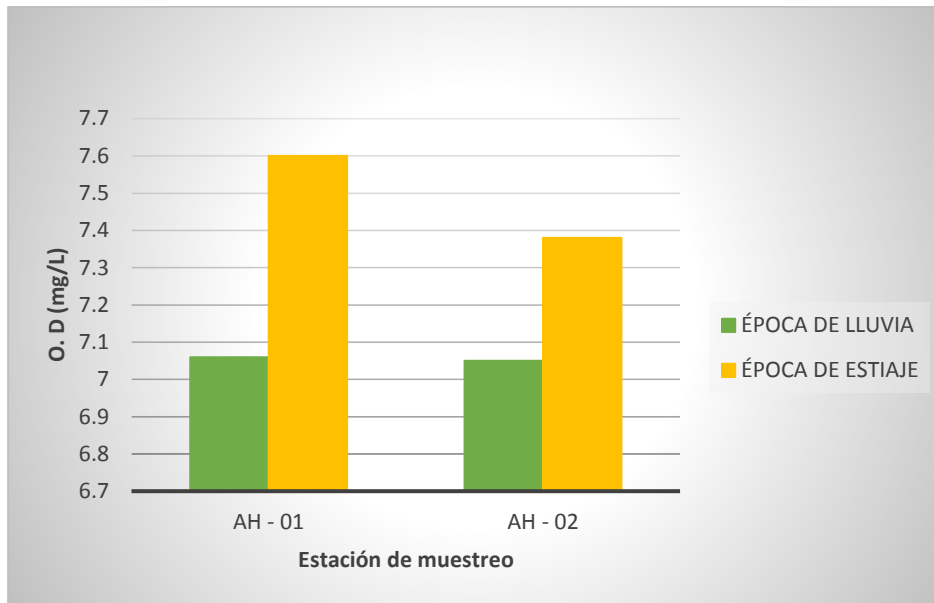


Figura 9.3: Parámetro de campo oxígeno disuelto en la calidad del agua.

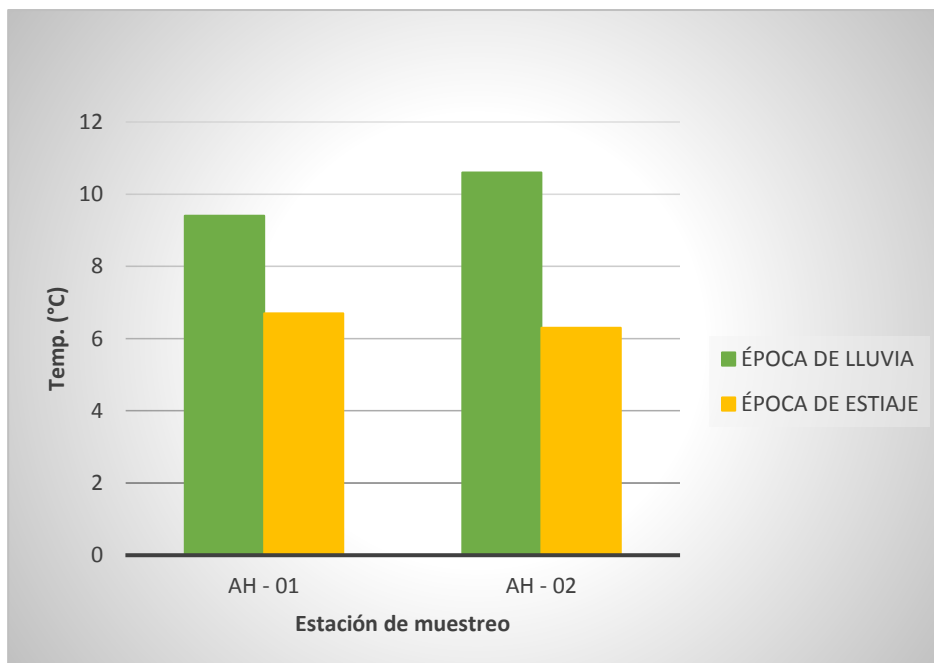


Figura 9.4: Parámetro de campo temperatura en la calidad del agua.

Resultado de análisis de concentración de metales pesados en la calidad del agua, consolidado de los reportes de laboratorio en la tabla 10, y sus figuras del 10.1 al 10.4

Tabla 10: *Concentración de metales pesados en la calidad del agua.*

Concentración (mg/L)	ÉPOCA DE LLUVIA		ÉPOCA DE ESTIAJE		ECA
	AH - 01	AH - 02	AH - 01	AH - 02	
Al	1.480	1.440	1.430	1.440	5
Fe	5.330	2.800	6.310	2.680	**
Mn	0.539	0.333	1.790	1.590	0,2
Pb	0.532	0.528	0.841	0.959	0,05

ECA (Categoría 3: Bebida de animales): Estándar de calidad ambiental para la Categoría 3 correspondiente para bebida de animales. (MINAM, 2017)

El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

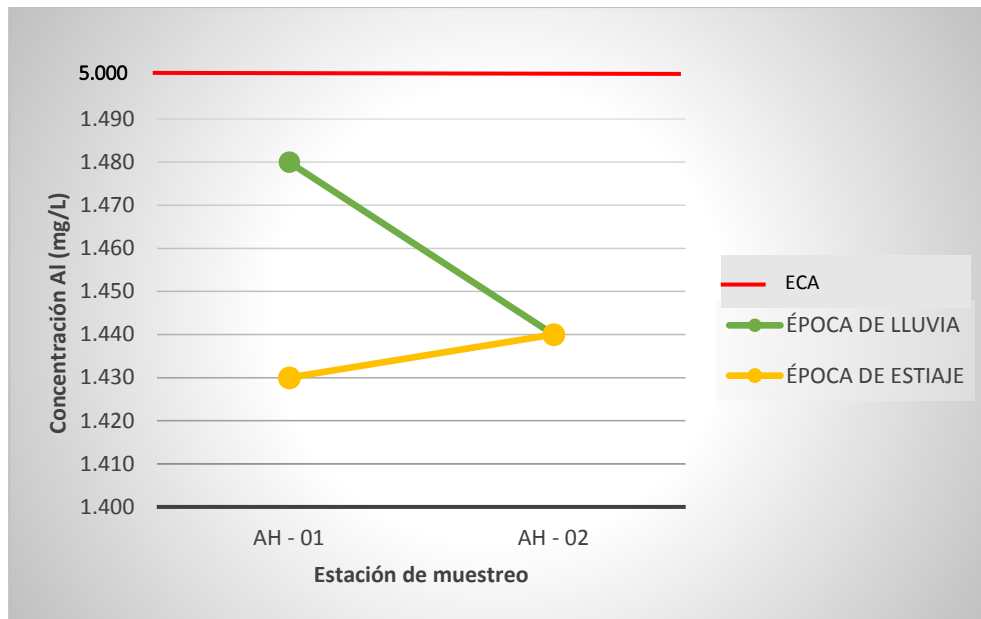


Figura 10.1: Concentración de aluminio en la calidad del agua en época de lluvia y época de estiaje.

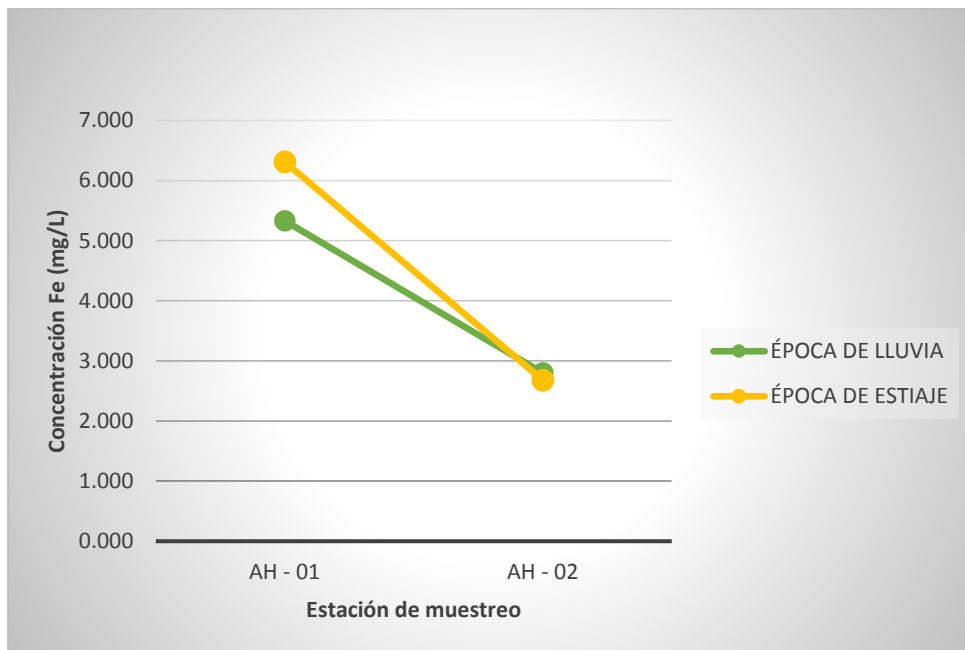


Figura 10.2: Concentración de hierro en la calidad del agua en época de lluvia y época de estiaje.

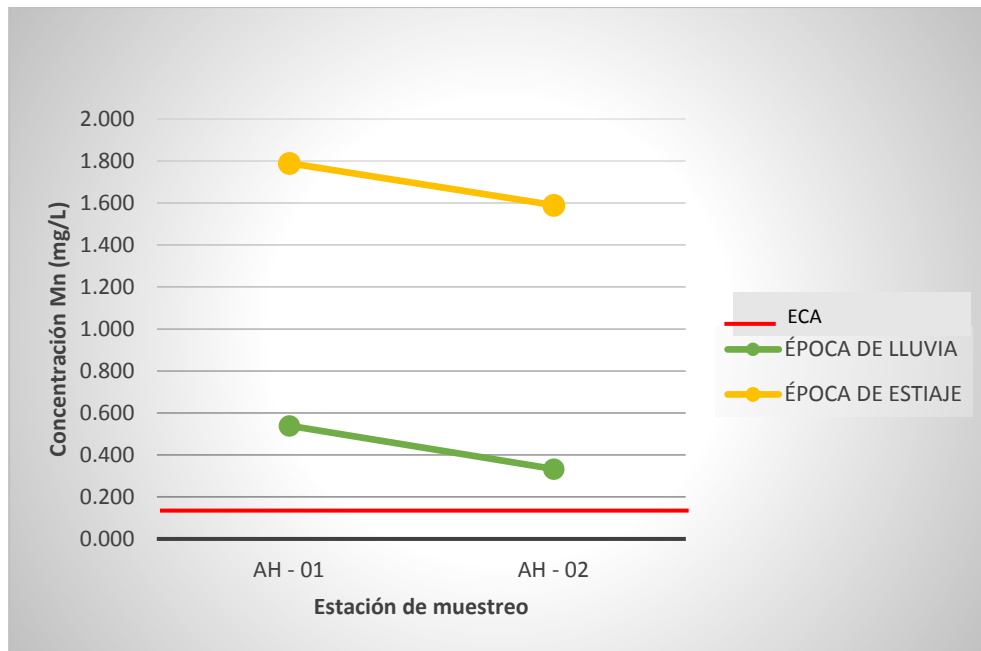


Figura 10.3: Concentración de manganeso en la calidad del agua en época de lluvia y época de estiaje.

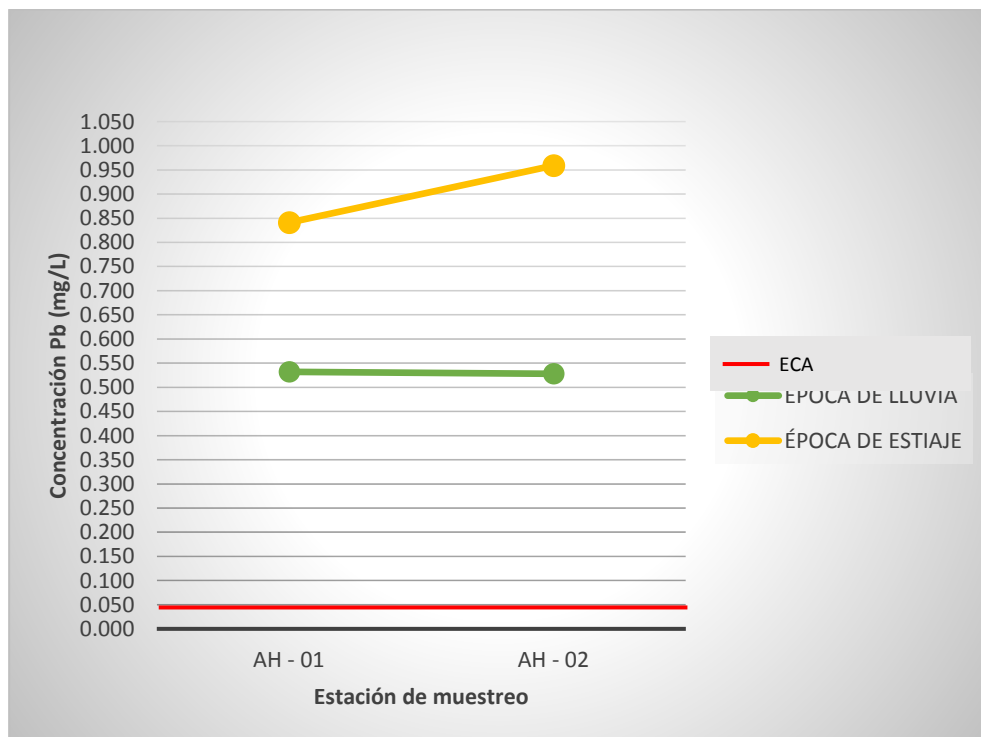


Figura 10.4: Concentración de plomo en la calidad del agua en época de lluvia y época de estiaje.

4.2. Concentración de ácidos orgánicos en sedimento

Resultado del cálculo de concentración de ácidos orgánicos en sedimentos, consolidado de los reportes de laboratorio en la tabla 11, y sus figuras del 11.1 al 11.4

Tabla 11: *Concentración de ácidos orgánicos en sedimentos.*

ÁCIDOS ORGÁNICOS (%)	ÉPOCA DE LLUVIA				ÉPOCA DE ESTIAJE			
	SH - 01	SH - 02	SH - 03	SH - 04	SH - 01	SH - 02	SH - 03	SH - 04
ÁCIDOS FÚLVICOS	42.0	36.6	48.0	44.0	37.0	40.0	42.0	41.0
ÁCIDOS HÚMICOS	58.0	63.4	52.0	56.0	63.0	60.0	58.0	59.0

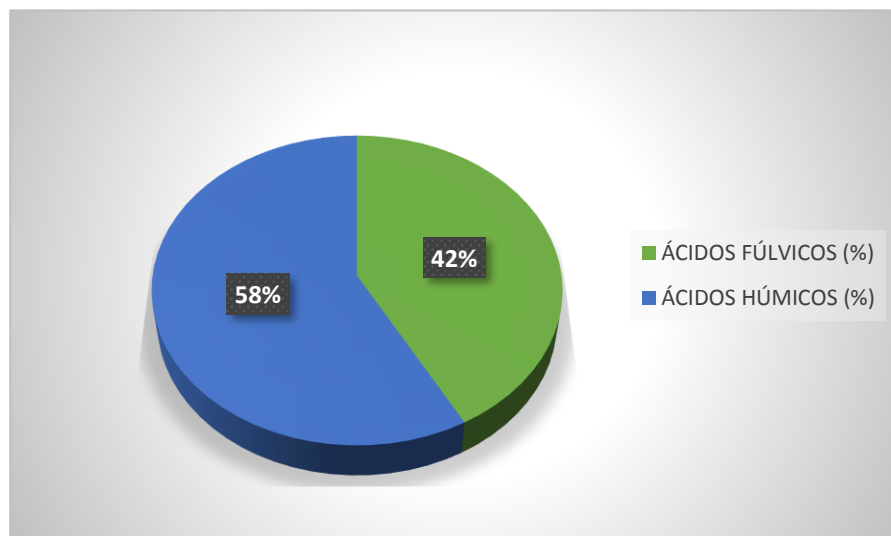


Figura 11.1: Concentración de ácidos orgánicos en época de lluvia en la estación SH – 01.

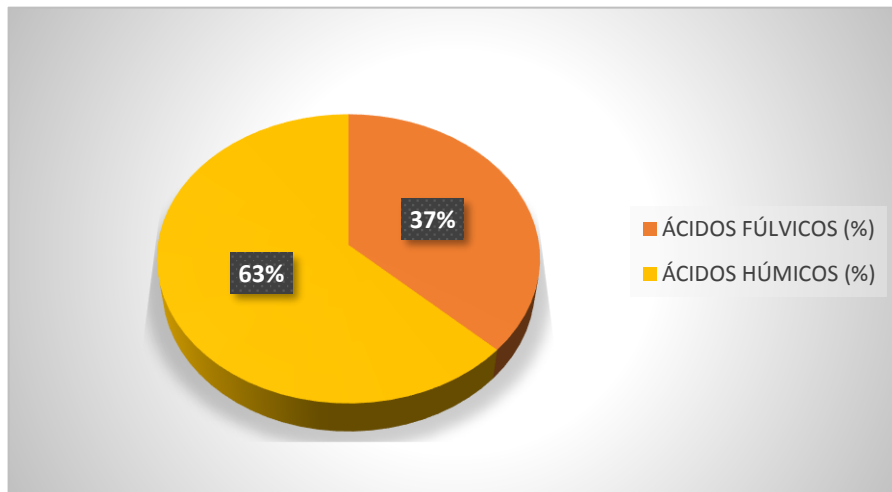


Figura 11.2: Concentración de ácidos orgánicos en época de estiaje en la estación SH – 01.

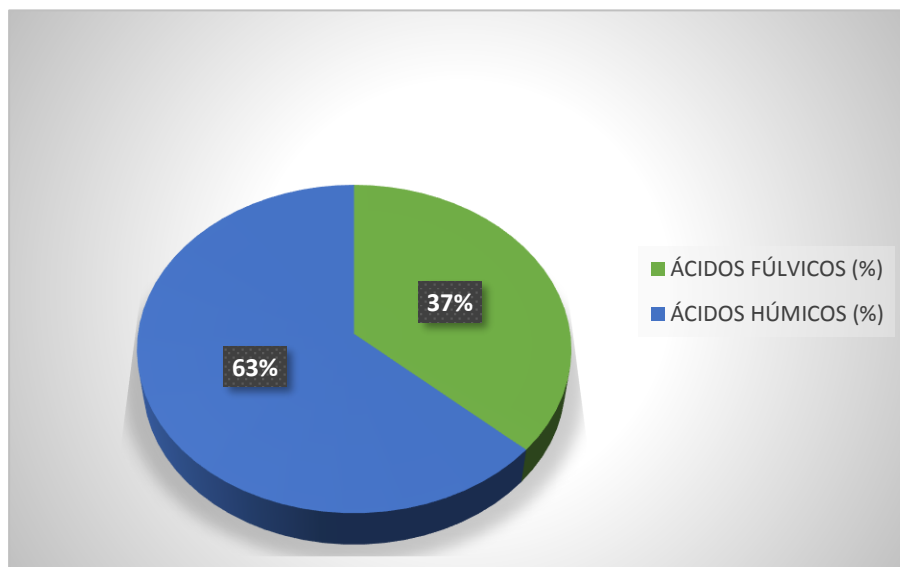


Figura 11.3: Concentración de ácidos orgánicos en época de lluvia en la estación SH –02.

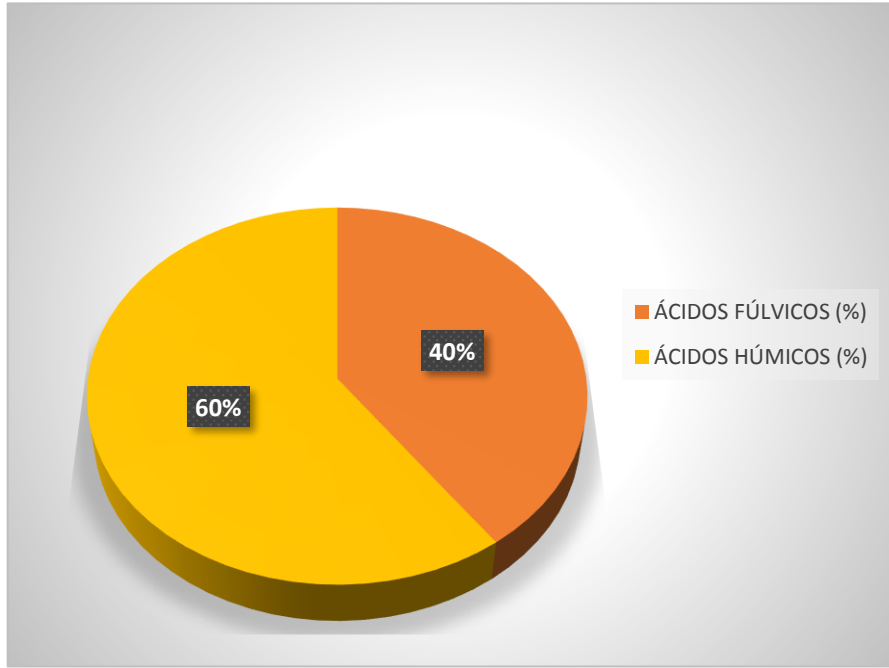


Figura 11.4: Concentración de ácidos orgánicos en época de estiaje en la estación SH – 02.

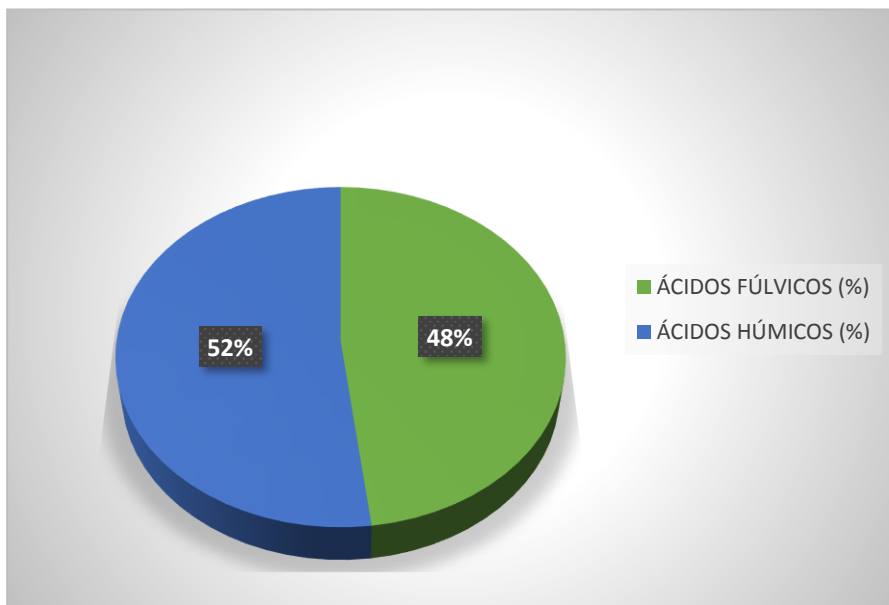


Figura 11.5: Concentración de ácidos orgánicos en época de lluvia en la estación SH – 03

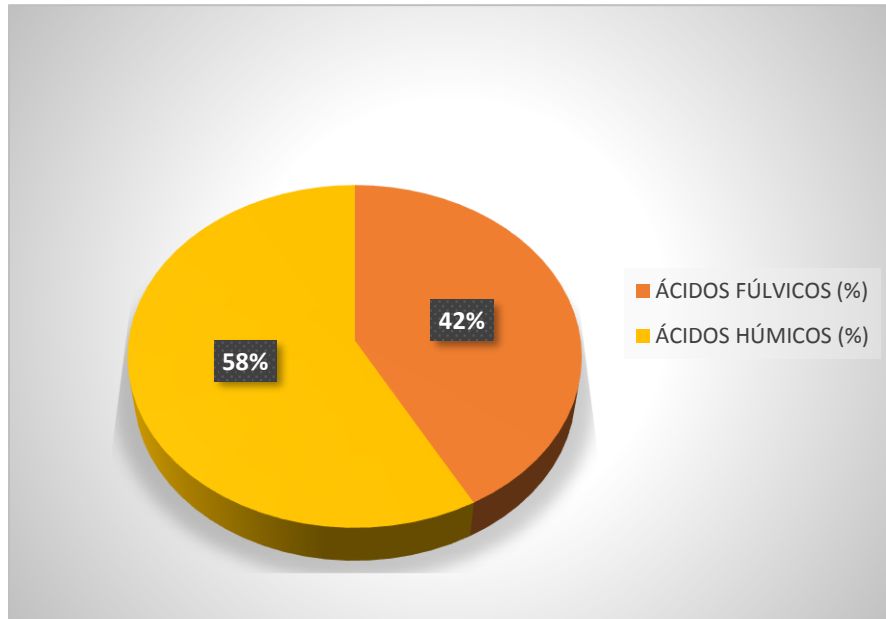


Figura 11.6: Concentración de ácidos orgánicos en época de estiaje en la estación SH – 03

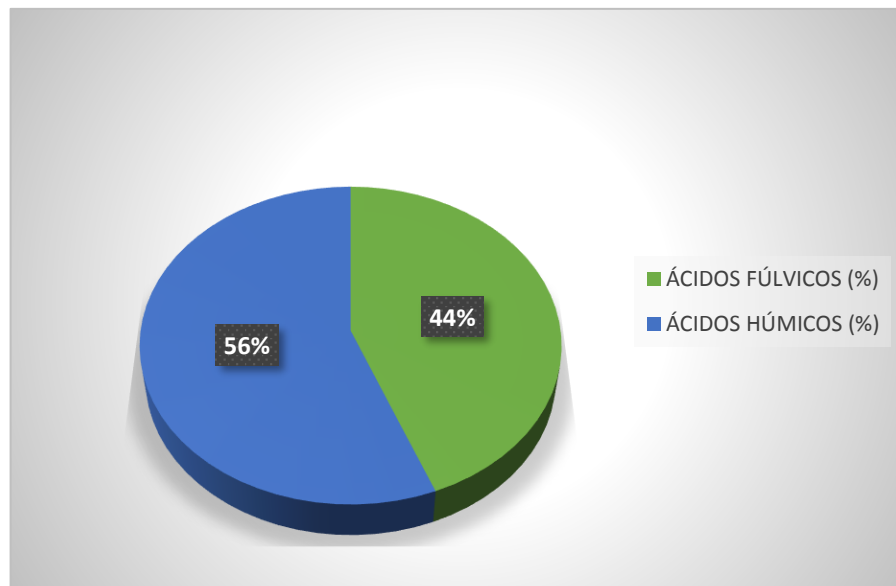


Figura 11.7: Concentración de ácidos orgánicos en época de lluvia en la estación SH – 04.

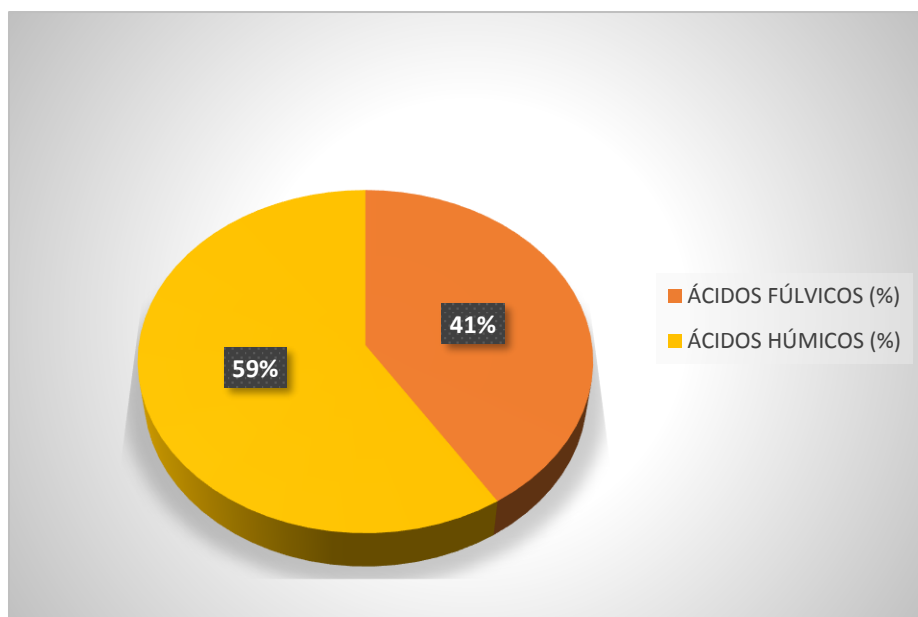


Figura 13.8: Concentración de ácidos orgánicos en época de estiaje en la estación SH – 04

4.3. Parámetros de campo y concentración de metales pesados en sedimentos

Resultados de parámetros de campo de la calidad de sedimentos en la Tabla 12, las cuales fueron tomadas de fuente secundaria.

Tabla 12: Parámetros de campo de la calidad del sedimento.

Parámetro	Unidad	ÉPOCA DE LLUVIA			ÉPOCA DE ESTIAJE		
		DH-01	DH-02	DH-03	DH-01	DH-02	DH-03
Temp	°C	9,2	9,6	8,9	8,3	8,8	9,8
Eh	mv	-15,9	-26,2	-51,3	-26,3	-41,8	-63,5
pH		5,6	4,3	4,9	5,8	4,8	5,7

Fuente: (Leyva, 2017)

Resultado de análisis de concentración de metales pesados en la calidad del sedimento, consolidado de los reportes de laboratorio en la Tabla 13, y sus Figuras del 12.1 al 12.4

Tabla 13: Concentración de metales pesados en la calidad del sedimento.

Concentración (mg/Kg)	ÉPOCA DE LLUVIA				ÉPOCA DE ESTIAJE				LMP
	SH - 01	SH - 02	SH - 03	SH - 04	SH - 01	SH - 02	SH - 03	SH - 04	
Al	778.50	5441.40	156.40	5652.60	282.76	292.48	236.68	250.05	**
Fe	1086.00	2111.90	1117.40	2088.30	1172.00	1187.22	1106.97	1195.97	**
Mn	661.70	1522.10	666.50	392.50	560.30	796.10	553.60	380.80	**
Pb	105.10	1567.70	717.50	883.20	111.15	43.87	63.18	167.86	91.3

LMP – CEQG: Límites permisibles para metales en sedimentos establecidos por la Guía de Calidad Ambiental Canadiense para sedimentos de cuerpos de agua continental. (Laino, y otros, 2015)

El símbolo ** dentro de la tabla significa que no hay valor para el parámetro.

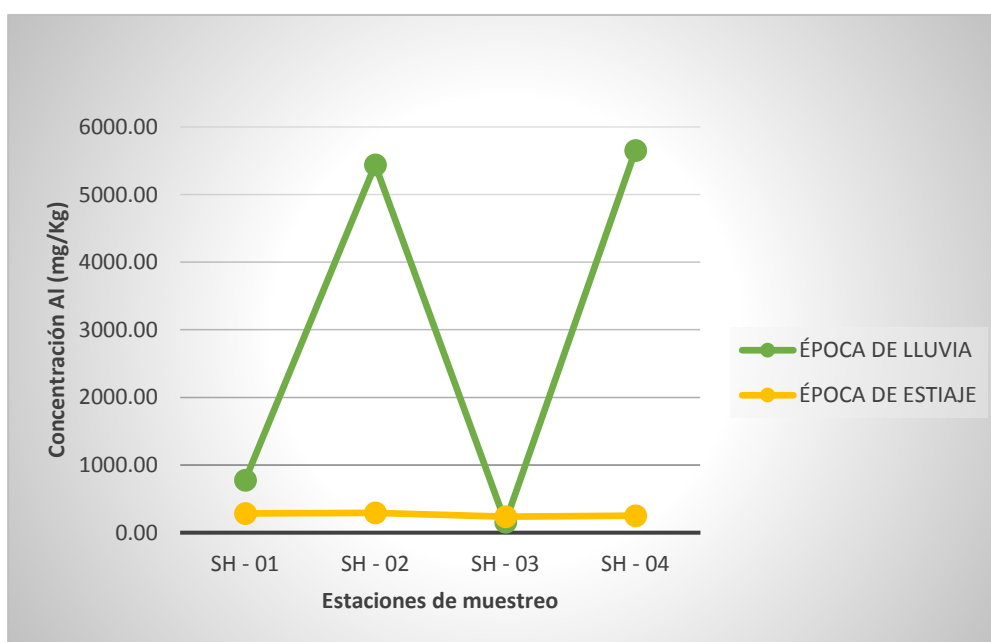


Figura 12.1: Concentración de aluminio en la calidad del sedimento.

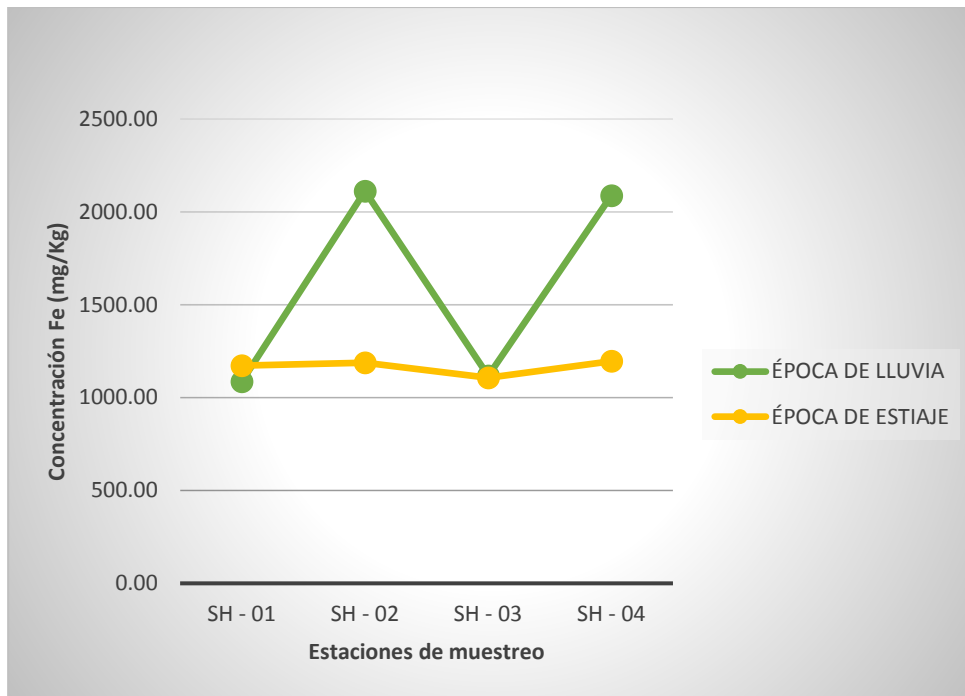


Figura 12.2: Concentración de hierro en la calidad del sedimento.

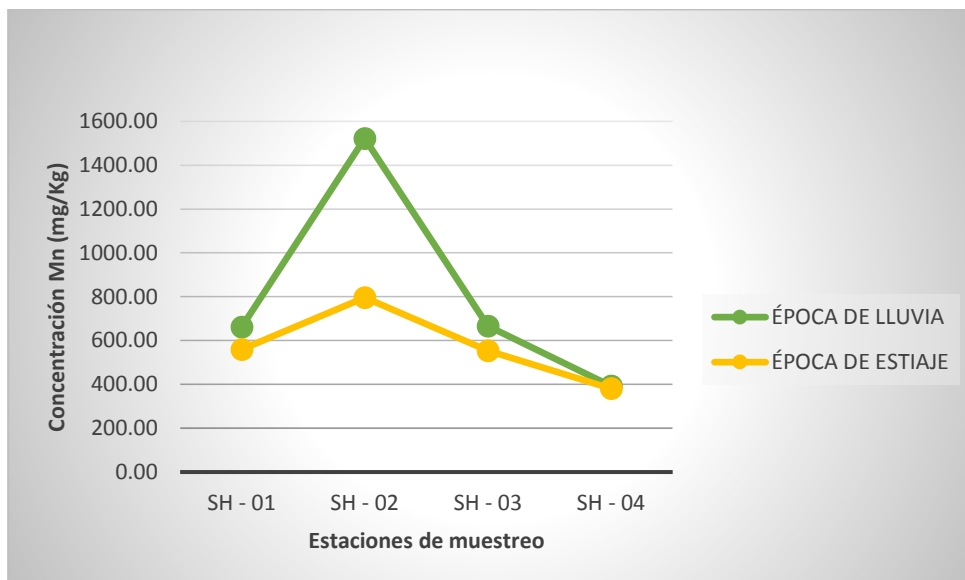


Figura 12.3: Concentración de manganeso en la calidad del sedimento.

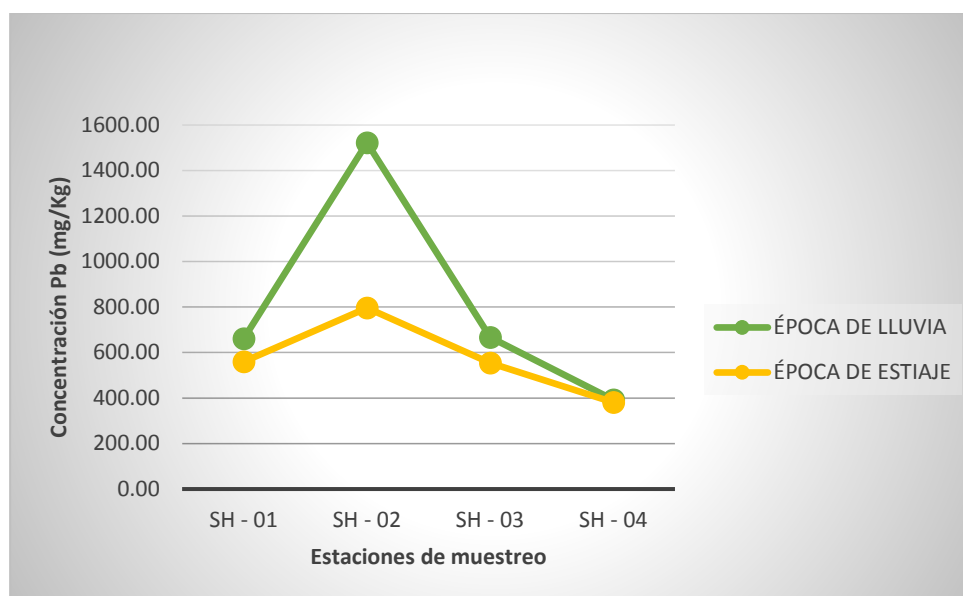


Figura 12.4: Concentración de plomo en la calidad del sedimento.

4.4. Concentraciones de metales pesados en vegetación

Resultado de análisis de concentración de metales pesados en vegetación, consolidado de los reportes de laboratorio Tabla 14, y sus Figuras del 13.1 al 13.5

Tabla 14: Concentración de metales pesados en vegetación.

Concentración (mg/Kg)	ÉPOCA DE LLUVIA				ÉPOCA DE ESTIAJE			
	VH-01	VH-02	VH-03	VH-04	VH-01	VH-02	VH-03	VH-04
Al	638.00	954.20	1094.30	355.10	18.00	510.80	130.50	137.40
Fe	919.00	2036.00	2778.00	1927.00	907.50	870.60	2030.80	2031.40
Mn	346.00	534.40	521.90	410.90	54.35	79.95	85.10	39.25
Pb	129.76	114.50	84.18	50.72	9.66	45.31	38.20	30.42

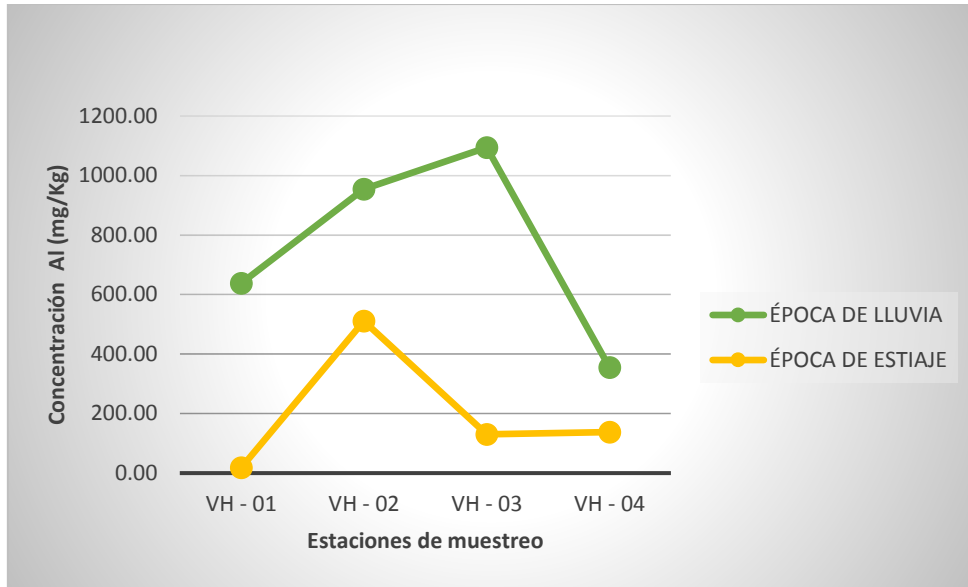


Figura 13.1: Concentración de aluminio en la calidad de la vegetación.

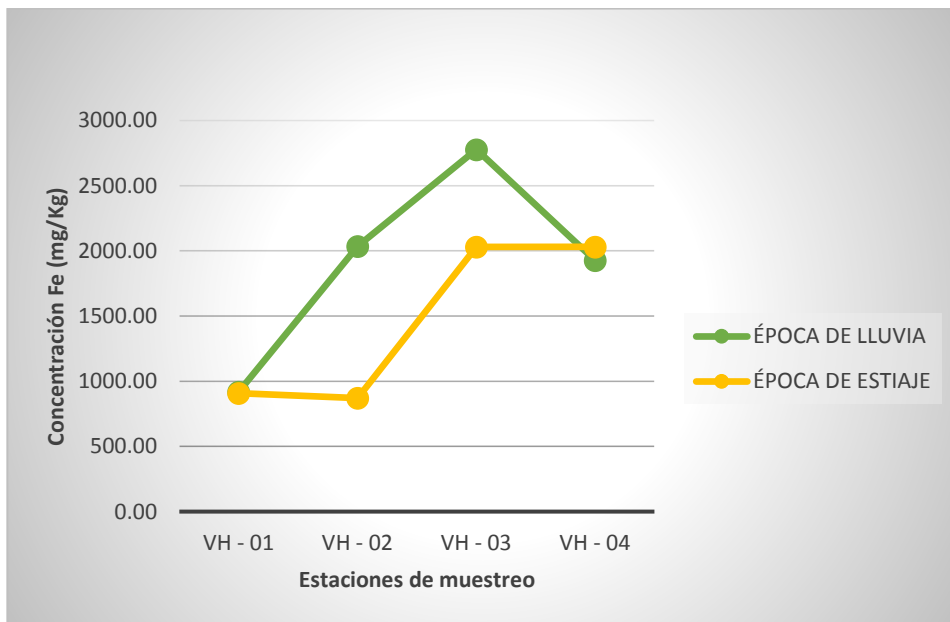


Figura 13.2: Concentración de hierro en la calidad de la vegetación.

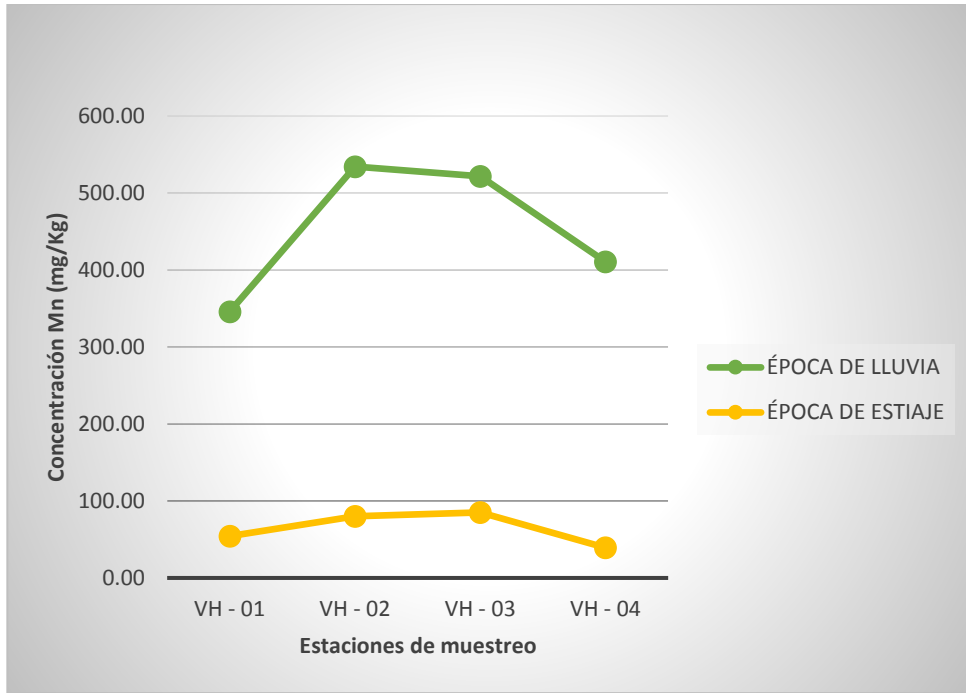


Figura 13.3: Concentración de manganeso en la calidad de la vegetación.

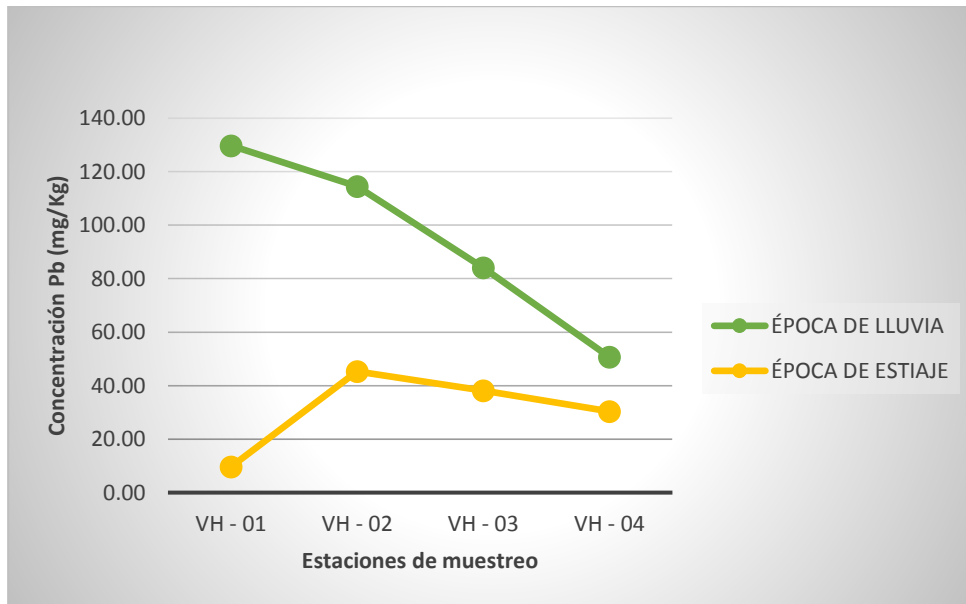


Figura 13.4: Concentración de plomo en la calidad de la vegetación.

4.5. Factor de translocación y bioconcentración de metales pesados en el sedimento.

Resultado de análisis de factor de translocación de metales pesados en sedimentos, consolidado de los reportes de laboratorio Tabla 15.

Tabla 15: Factor de translocación de metales pesados en sedimentos.

Concentración (mg/Kg)	ÉPOCA DE LLUVIA				ÉPOCA DE ESTIAJE			
	SH- 01	SH- 02	SH- 03	SH- 04	SH- 01	SH- 02	SH- 03	SH- 04
Al	0.82	0.18	7.00	0.06	0.01	0.17	0.06	0.05
Fe	0.08	0.10	0.25	0.09	0.08	0.07	0.18	0.17
Mn	0.52	0.35	0.78	1.05	0.10	0.10	0.15	0.10
Pb	1.23	0.07	0.12	0.06	0.09	1.03	0.60	0.18

Resultados de análisis de clasificación del factor de translocación, y sus figuras del 14.1 al 14.4.

Tabla 3: Clasificación del factor de translocación.

FACTOR DE TRANSLOCACIÓN	CLASIFICACIÓN
$CF < 1$	Bajo
$1 \leq CF < 3$	Moderado
$3 \leq CF < 6$	Considerable
$CF \geq 6$	Muy alto

Fuente: (Montano & Medina, 2014)

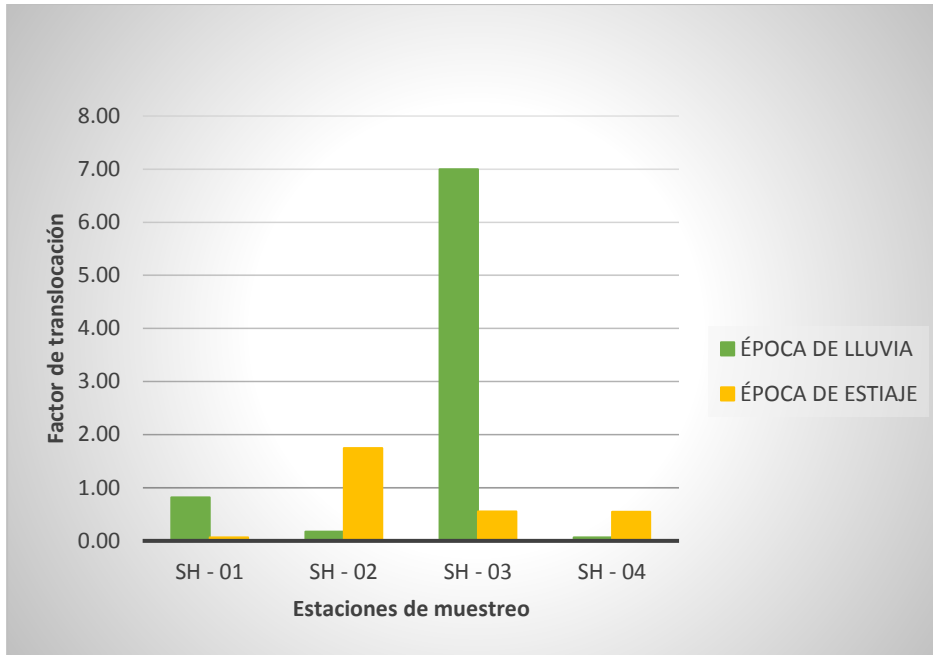


Figura 14.1: Factor de translocación del aluminio.

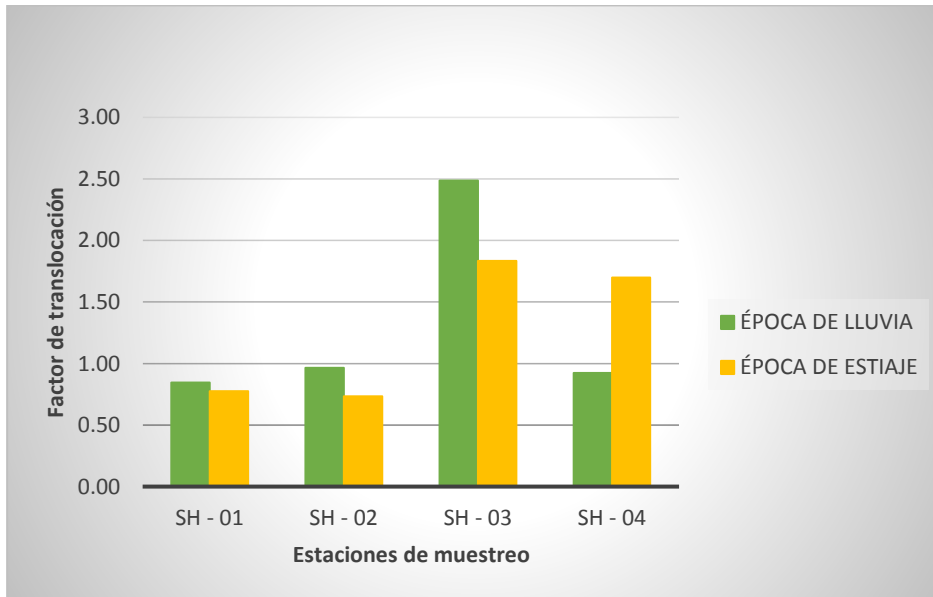


Figura 14.2: Factor de translocación del hierro

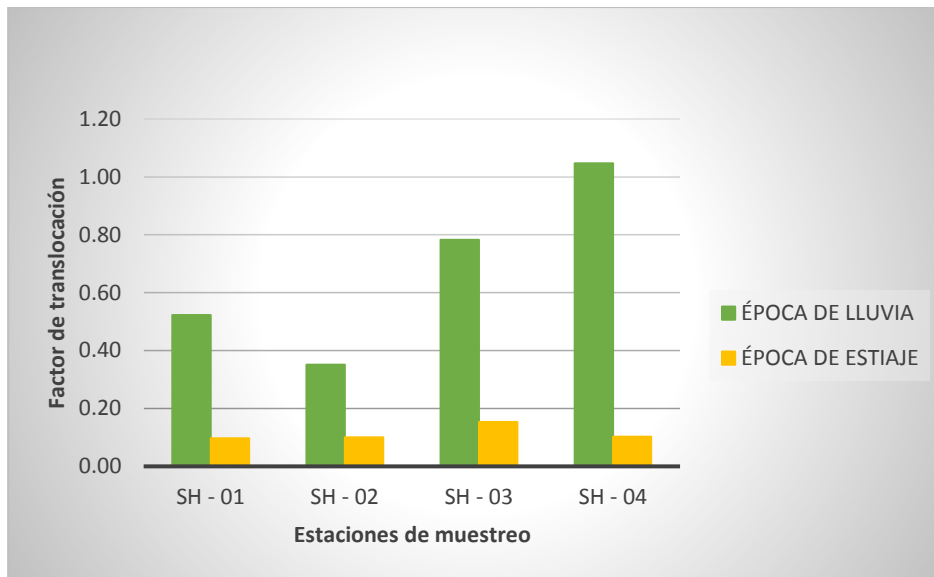


Figura 14.3: Factor de translocación del manganeso.

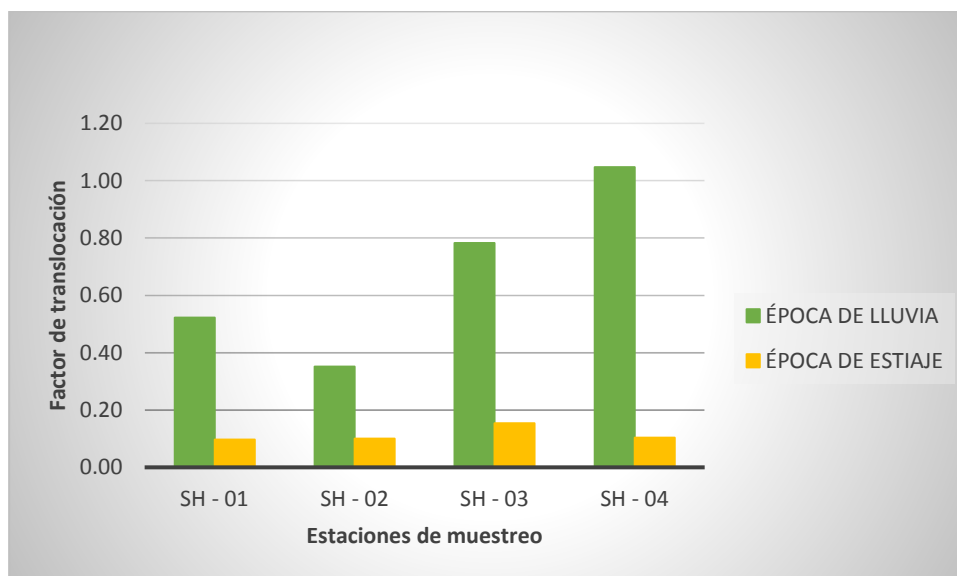


Figura 14.4: Factor de translocación del plomo.


4.6. Especiación de metales pesados en sedimentos


Resultado de análisis de especiación de metales pesados en sedimentos, consolidado de los reportes de laboratorio en la tabla 16, y sus figuras del 15.1 al 15.5

Tabla 16: *Especiación de metales pesados en sedimentos.*


	Fe	Mn	Pb	Al	Cu
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
MIYLC	26.00	25.00	38.00	34.00	29.00
MOFM	24.00	15.00	19.00	18.00	21.00
MMO	46.00	55.00	40.00	42.00	40.00
FR	4.00	5.00	3.00	6.00	10.00

Dónde:

MIYLC  Metales en forma de iones intercambiables y ligados a carbonatos.

MOFM  Metal asociado a óxidos de hierro y manganeso.

MMO  Metal ligado a la materia orgánica.

FR  Fase residual o litogénica.

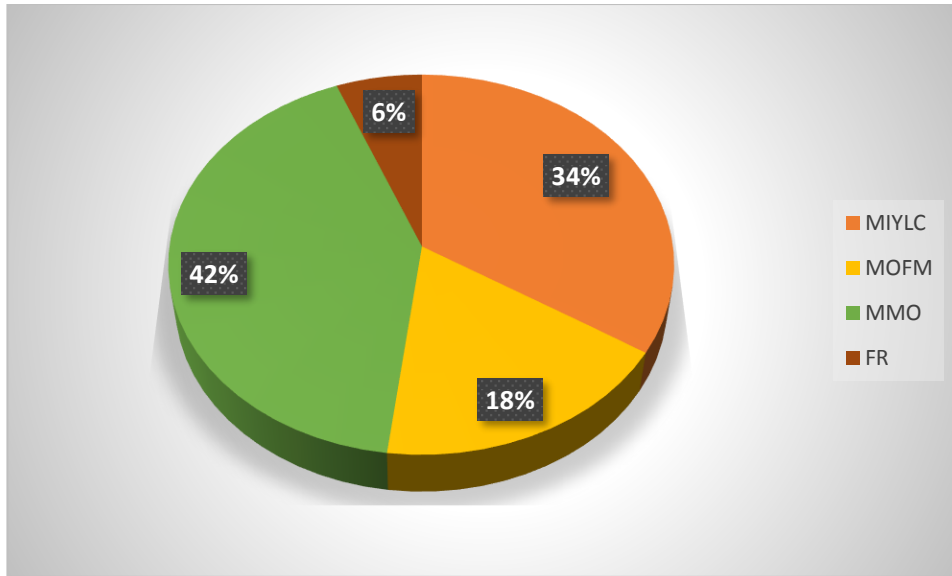


Figura 15.1: Especiación del aluminio en sedimento.

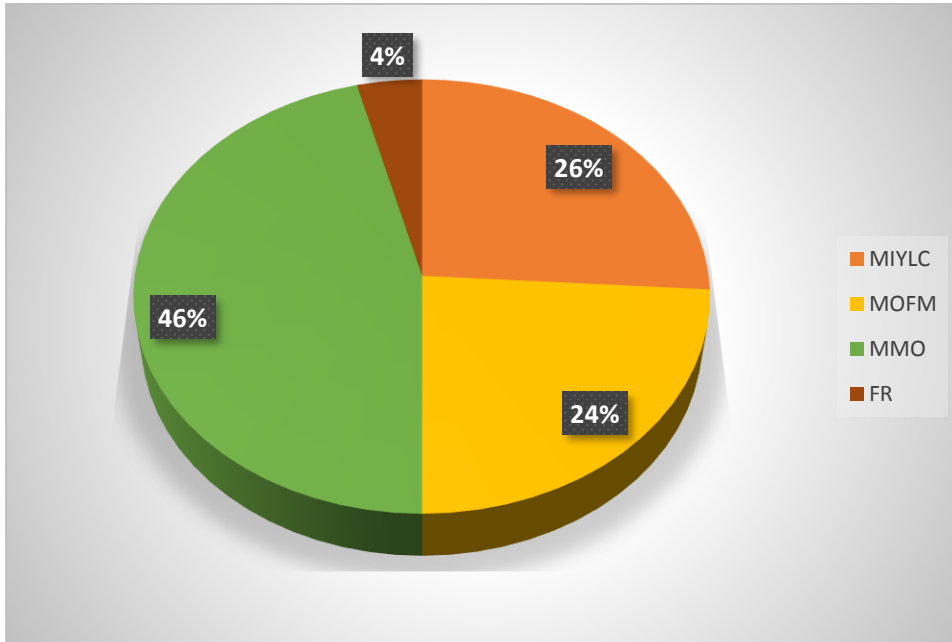


Figura 15.2: Especiación del hierro en sedimento.

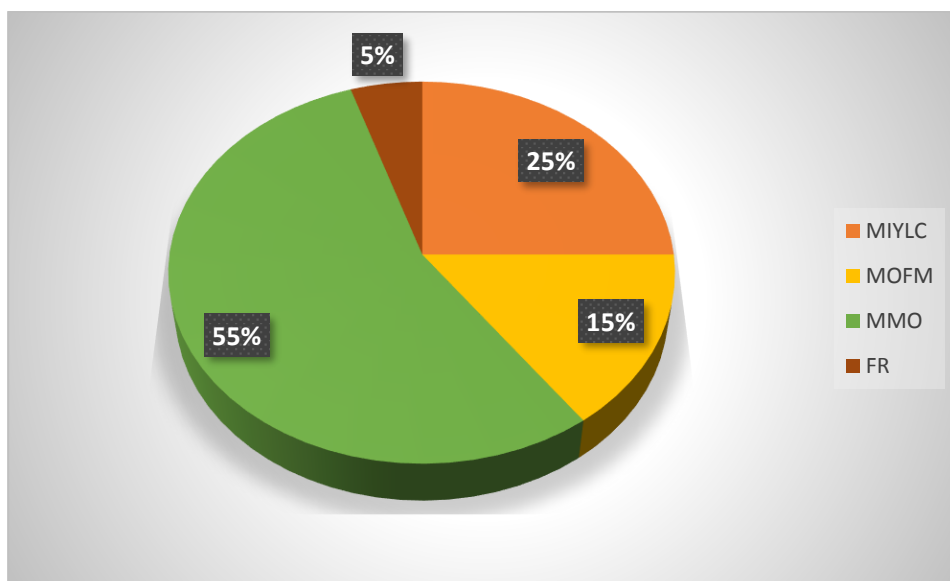


Figura 15.3: Especiación del manganeso en sedimento.

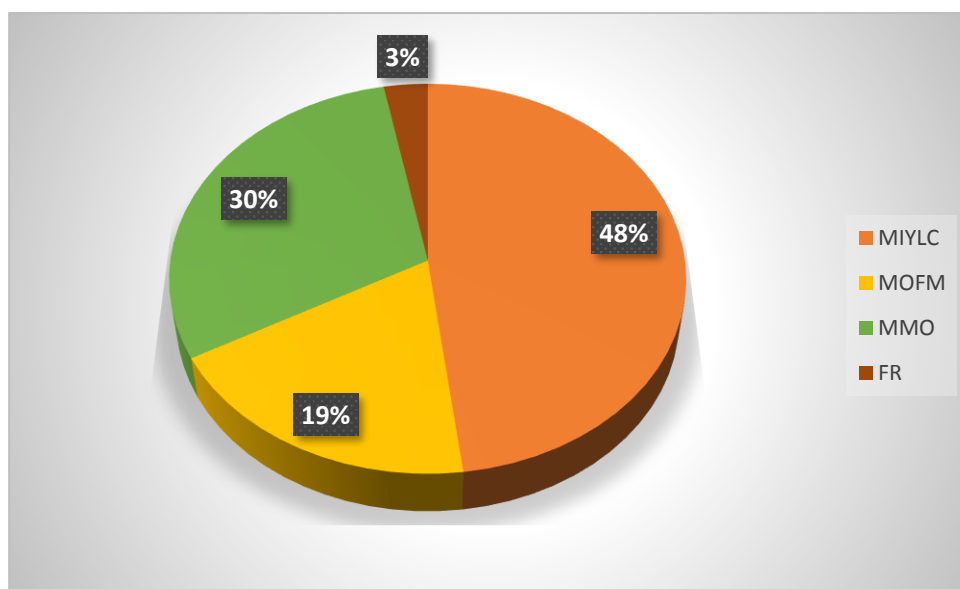


Figura 15.4: Especiación del plomo en sedimento.

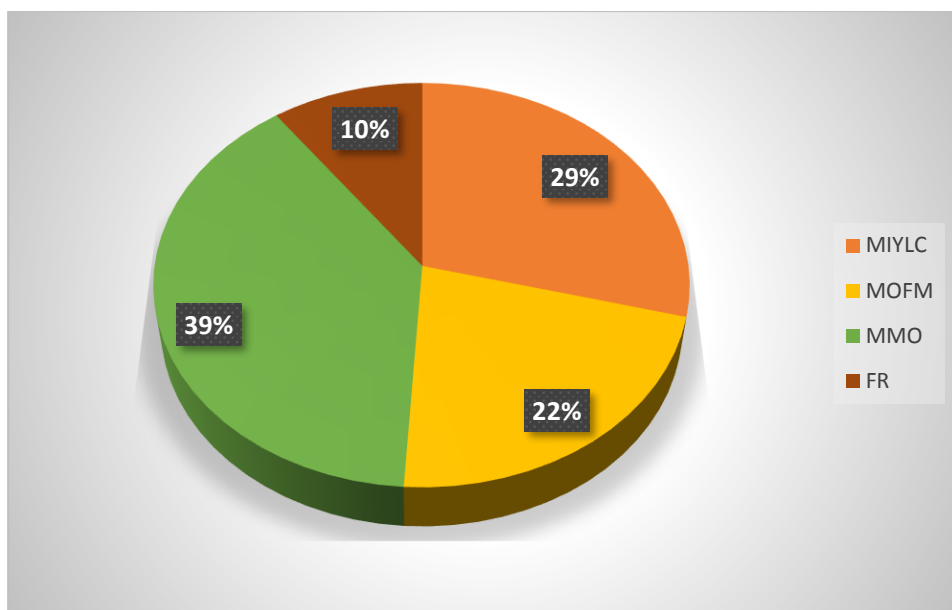


Figura 15.5: *Especiación del cobre en sedimento.*

4.7. Contenido de metales pesados en el producto lácteo

Resultados de análisis de concentración de metales pesados en la calidad del producto lácteo, consolidado de los reportes de laboratorio tabla 17, y su figura 16.1.

Tabla 17: *Concentración de metales pesados en la calidad del producto lácteo*

Concentración (mg/Kg)	ÉPOCA DE LLUVIA	ÉPOCA DE ESTIAJE	FAO
	M - 01	M - 02	
Al	<4.00	<4.00	**
Fe	2.94	2.05	**
Mn	<2.50	<2.50	**
Pb	0.46	0.32	0.02

CODEZ ALIMENTARIUS. Normas Internacionales de los Alimentos. Norma General para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos. (FAO, 2015)

El símbolo ** dentro de la tabla significa que no hay valor para el parámetro.

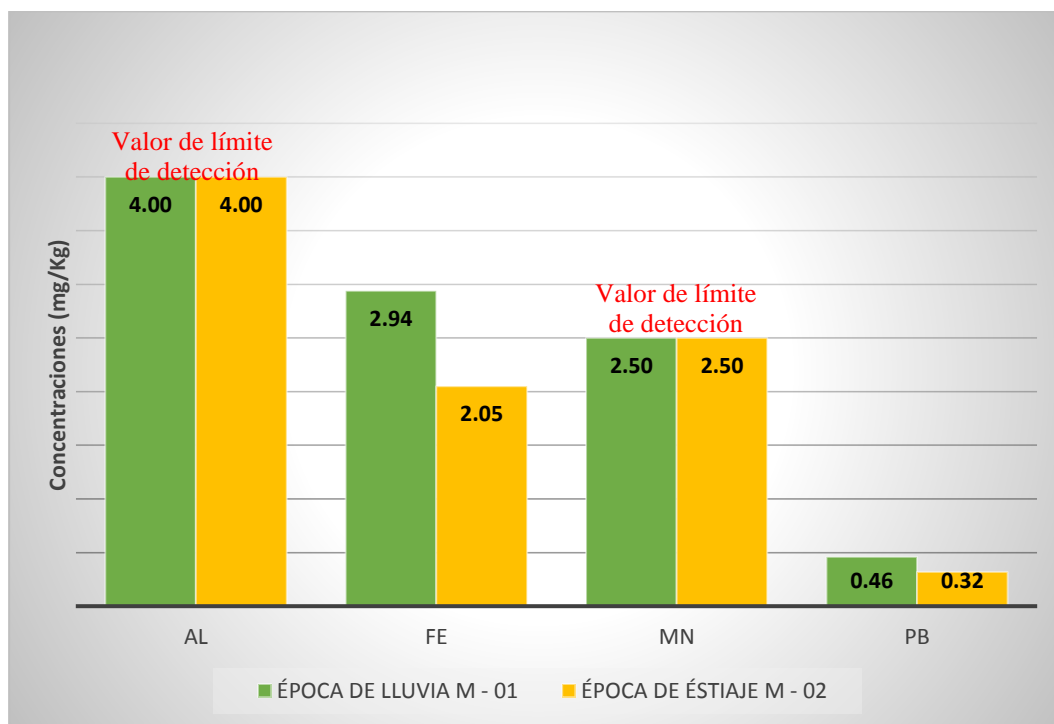


Figura 16.1: Concentración de metales pesado en la calidad del producto lácteo.

CAPÍTULO V:

DISCUSIÓN

5.1. En la Tabla 9 (Parámetros de campo de la calidad de agua), la evaluación in situ de las características del cuerpo de agua determinan valores de pH de 6.74 y 7.04 en época de lluvia y 3.75 y 3.79 en época de estiaje; conductividad eléctrica de 349 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 388 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en época de lluvia y 488 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 384 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en época de estiaje, siendo valores que por sus características indican la presencia de metales en forma soluble. Además, el oxígeno disuelto presenta concentraciones de 7.06 mg/L a 7.05 mg/L en época de lluvia y 7.6 mg/L a 7.38 mg/L en época de estiaje, siendo valores que indican que no hay un correcto proceso de autodepuración.

Los resultados obtenidos evidencian una marcada diferencia de los parámetros fisicoquímicos evaluados en ambas épocas del año (lluvia y estiaje), así como también se sustentan con los parámetros de campo de la calidad del sedimento (Tabla 12), los cuales contribuyen a la comprensión de la dinámica del movimiento de los metales pesados.

De las concentraciones de metales pesados en la calidad del agua (Tabla 10), donde se observa que hay una mayor concentración de metales pesados en la época de estiaje, ya que en la época de lluvia se da el proceso de dilución.

El trabajo de Schenone, et al., 2008; respalda los resultados de esta investigación, porque señala que además de existir una diferencia estacional en las concentraciones de nutrientes se observó que existe también una diferencia espacial en sentido norte-sur, donde se tomaron en cuenta los parámetros fisicoquímicos y junto con los valores de nutrientes se realizó un ACP (Análisis de Componentes Principales), que sugirió la existencia de dos agrupaciones con características diferentes; agregando que en la zona norte se presenta un efecto de dilución de nutrientes durante el periodo de aguas altas debido al aumento de caudal de los cursos de agua generado por el aporte de las precipitaciones en las cuencas altas y siendo este efecto mayor al aporte de nutrientes por escorrentía.

- 5.2.** En la Tabla 11 se puede apreciar la distribución porcentual de los ácidos orgánicos, donde en la composición de la materia orgánica, los porcentajes de los ácidos fúlvicos son menores que los porcentajes de ácidos húmicos en las muestras analizadas, este fenómeno se puede explicar debido a que el suelo de la zona estudiada presenta una vegetación de tipo pasto, y cuando cumple su tiempo de vida se descompone y forma huminas, que en medio ácido encuentra las condiciones óptimas para la formación de ácidos fúlvicos solubles, quienes son los responsables de la translocación de los metales; mientras que los ácidos húmicos al ser insolubles forman complejos con los metales presentes y los inmovilizan.

De acuerdo al estudio de Leyva, 2016; los resultados mostraron concentraciones de metales altos en el sedimento, suelo y vegetación, además mayor porcentaje de ácido húmico, cuya insolubilidad en medio ácido permite una alta retención de metales en formada de complejos, los ácidos fúlvicos que son solubles en medio ácido facilitan la

movilidad de los metales, estas razones determinan un alto contenido de metales en el sedimento; apoyando de esa manera los resultados de esta investigación.

- 5.3.** En la concentración de metales pesados en el sedimento (Tabla 13), se puede apreciar una dinámica variable debido a que la zona de estudio es una gran área, y la distribución de los metales depende de las condiciones del suelo y la dinámica de movimiento de los metales del cuerpo de agua al sedimento y posteriormente a la vegetación.

En la época de lluvia la concentración de los metales varía de acuerdo a al movimiento del cuerpo de agua, como la velocidad es fuerte debido a la geomorfología de la zona de estudio y del aumento del caudal, entonces solubiliza bastante oxígeno, por ende, éste reacciona con los metales y los precipita, por tanto éstos se concentran en el sedimento, variando así la concentración de los metales. Además los ácidos húmicos tienen tendencia por el Fe, Al y Mn, generando mayor concentración en éstas.

En la época de estiaje las concentraciones de metales pesados son similares, porque hay un movimiento homogéneo del flujo del agua y se sabe que éste es su medio de transporte.

Otro punto a considerar es que teniendo en cuenta los límites permisibles para metales en sedimentos establecidos por la Guía de Calidad Ambiental Canadiense para sedimentos de cuerpos de agua continental, se observa que el Pb supera en un 75% al LMP respecto a todas las estaciones analizadas.

Herrera, et al., 2013; menciona que resulta importante mencionar que las principales vías de transporte de los metales pesados desde el suelo y el aire hacia el agua, son la escorrentía superficial, la percolación y la precipitación atmosférica. La

facilidad con que los contaminantes pasan del suelo al agua, y posteriormente a los fondos sedimentarios, dependerá de las propiedades físicas y químicas de las unidades implicadas, además de la composición química en que se encuentra el contaminante y la geomorfología del área en estudio.

Prieto, et al., 2009; afirma que Los altos niveles de metales pesados como plomo, níquel, cadmio y manganeso, presentes en suelos y agua negra, utilizada para riego agrícola radican principalmente, que pueden ser acumulados en estos sistemas de suma importancia para la agricultura. A consecuencia de estos incrementos de concentraciones de metales en los suelos por prácticas inapropiadas, el aumento de la biodisponibilidad de los mismos para los múltiples cultivos ha estado causando daños, fitotoxicidad y con ello están provocando un riesgo latente para la salud de animales y los hombres.

- 5.4.** En la Tabla 14 sobre la concentración de los metales pesados en la vegetación, se puede observar que hay una significativa translocación de metales del sedimento a la planta, ya que éstas se encuentran biodisponibles. Las plantas demuestran ser buenas bioconcentradoras o fitorremediadoras para suelos contaminados con metales, considerando que cierto porcentaje de los metales están biodisponibles y el otro porcentaje está en forma fija en la planta.

Palomino, 2007; en su trabajo de investigación menciona que las plantas logran remover con eficiencia los metales, principalmente el hierro y el cadmio, dependiendo del tipo de humedal. La remoción de metales pesados por parte de estos humedales, alcanzan niveles de hasta el 99%. También, Montano & Medina, 2014; recomienda usar a la *Cortaderia rudiusscula Stapf* como planta acumuladora en recuperación de cobertura vegetal de desmontes, y usar el *Juncus arcticus Willd.* en la acumulación de

metales pesados en humedales, para el tratamiento de drenaje ácido de roca y drenaje ácido de mina. Por último, Segovia, 2004; concluye que los resultados de bioaccesibilidad en suelos y plantas respondieron consistentemente a un análisis de correlaciones múltiples. En las plantas, las variables más significativas fueron el contenido de metal en la parte aérea y raíz, así como la fracción de metal unido a la pared celular y soluble en el citoplasma.

- 5.5.** En los resultados del factor de translocación de metales pesados en los sedimentos (Tabla 15), se aprecia que el 3.1% de las muestras analizadas presenta un factor de translocación muy alto, siendo éste el Aluminio en la estación SH – 03 en época de lluvia; el 9.4% de las muestras analizadas presenta un factor de translocación moderado, siendo el Manganeso en la estación SH – 04 en época de lluvia y el Plomo en las estación SH – 01 en la época de lluvia y en la estación SH – 02 en la época de estiaje; y por último el 87.5% de las muestras analizadas presenta un factor de translocación bajo. Si el factor de translocación es más elevado, entonces indica la facilidad que tiene el metal de entrar a la planta. En la época de lluvia es mayor la translocación debido a que los ácidos fúlvicos se encuentran disponibles en el agua.

De acuerdo con el estudio de Montano & Medina, 2014; se sustenta la presente investigación, ya que sus resultados que muestran que el *Juncus arcticus Willd.* acumuló la mayor concentración de Fe, As, Zn, Al, Pb y Cu en las raíces (>8000, >6000, >5000, 2400, 987 y 784 mg/kg) que la *Cortaderia rudiusscula Stapf*. Además basados en el promedio del BCF de cada especie de planta, las raíces del *Juncus arcticus Willd.* fueron más eficiente que las raíces de la *Cortaderia rudiusscula Stapf*, en extraer Zn, Cu, Mn, Cd, Sb, Al, As, Fe y Pb, demostrando que ambas especies poseen un gran poder bioacumulador y por tanto un factor de translocación elevado.

5.6. Respecto a la especiación de los metales pesados en el sedimento (Tabla 16), nos indica que el mayor porcentaje se encuentra en los metales ligados a la materia orgánica (entre el 30% al 55%), la presencia de ácidos fúlvicos en el sedimento hace que los metales disponibles en las plantas sean considerables. El otro porcentaje elevado corresponde a los metales en forma de iones intercambiables y ligados a carbonatos (entre el 25% y el 48%), donde son simples de desprenderse del sedimento y pueden sufrir translocación a la planta. Esta distribución de los metales se debe a las condiciones que presenta el sedimento como el potencial redox negativo y el pH ácido, que en su forma reducida la mayoría de metales van a estar solubles y biodisponibles por los ácidos fúlvicos. La movilidad, la biodisponibilidad y la toxicidad se incrementan en condiciones de pH ácidos, Potencial redox bajos y altas concentraciones de materia orgánica. (Sauquillo et al., 2003). Considerando que el menor porcentaje se encuentra en la fase residual o litogénica, donde el metal es imposible que se desprenda.

Apoyamos los resultados de la Tabla 16 con el trabajo que realizó Leyva, 2017; donde nos indica que el mayor porcentaje (entre el 40 al 50%) de metales están ligados a la materia orgánica, el otro porcentaje elevado de metales pesado es la que está asociado a los óxidos de hierro y manganeso (entre 14 y 24%), y un tercer grupo (16 al 20%) son metales en forma de iones intercambiables. Los metales asociados a la materia orgánica están formando complejos mayoritariamente con los ácidos húmicos, otro precipita como parte asociada a los óxidos de hierro y manganeso y los que se encuentran en forma iónica para reaccionar con otros compuestos o intercambiarse con cationes del medio según las condiciones ambientales del medio.

Esta distribución de los metales que es producto de la carga orgánica, potencial redox y el pH del sedimento, también influye en la biodisponibilidad de los metales.

5.7. En los resultados de la concentración de metales pesados en la calidad del Producto Lácteo (Tabla 17), se encontró que el Aluminio y Manganeseo poseen concentraciones menores al límite de detección del ensayo, a diferencia del Hierro y Plomo, teniendo el plomo una gran afinidad por el aminoácido de la caseína de la leche y el hierro tiene afinidad a la hemoglobina. Por tanto, se justifica la translocación de los metales desde el agua hasta la leche y se demuestra el deterioro de la actividad ganadera. También se observa que el Pb supera en 0.44 mg/Kg en la estación M – 01 y 0.30 mg/Kg en la estación M - 02 al nivel máximo que plantea la FAO en el COEX ALIMENTARIUS.

Rodríguez, et al., 2005; menciona que se ha comprobado que la leche de bovinos que pastorean e ingieren agua a las orillas de lagos y ríos contaminados con desechos industriales y aguas negras contienen metales pesados como plomo, cadmio, mercurio y zinc; en estos estudios se ha encontrado que la concentración de metales pesados ingeridos por las vacas tiene influencia sobre las concentraciones de dichos elementos en la leche. Prieto, et al., 2009; concluye que, a consecuencia de estos incrementos de concentraciones de metales en los suelos por prácticas inapropiadas, el aumento de la biodisponibilidad de los mismos para los múltiples cultivos ha estado causando daños, fitotoxicidad y con ello están provocando un riesgo latente para la salud de animales y los hombres.

CAPÍTULO VI:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- Se evidencia que existe una alta concentración de metales biodisponibles en los sedimentos del humedal al altoandino de Collotacocha – Canray, ya que un porcentaje sufre translocación a las plantas y los metales no disponibles son secuestrados en el sedimento del humedal por los ácidos orgánicos.
- La presencia predominante de los pastos existentes en el humedal altoandino de Collotacocha – Canray son *Distichia muscoides* (Tsampa estrella), *Juncus articus Willd* y *Festuca dolichophylla* (Ocsha), siendo ésta última la analizada en el trabajo, debido a que es el alimento principal del ganado de la zona.
- Los metales pesados de mayor acumulación en las plantas del humedal alto andino de Collotacocha son: primero el Fe que presenta concentraciones altas en ambas épocas del año, siendo 2778.00 mg/Kg la máxima y 870.60 mg/Kg la mínima. Segundo el Al con 1094.30 mg/Kg de concentración máxima y 18.00 mg/Kg de concentración mínima.

- Se determinó el nivel de translocación de metales pesados de los sedimentos a los pastizales en el humedal de Collotacocha – Canray, siendo el más alto Al con 7.00 mg/Kg en época de lluvia, el Mn con 1.05 mg/Kg en época de lluvia y el Pb con 1.23 mg/Kg en época de lluvia y 1.03 mg/Kg en época de estiaje.
- Se determinó una alta bioconcentración de los metales Fe y Al (2778.00 mg/Kg y 1094.30 mg/Kg respectivamente), en comparación con el Mn y el Pb (534.40 mg/Kg y 129.76mg/Kg respectivamente) que registran bajos valores en la *Festuca dolichophylla* (Ocsha), esto debido a que el Fe y el Al se encuentran en el sedimento ligados a la fracción de metales en forma de iones intercambiables y ligados a carbonatos que los hacen biodisponibles.
- La presencia de metales pesados en la vegetación del humedal Collotacocha, donde se realizan actividades de pastoreo, impactan negativamente en la actividad ganadera, ya que se ha evidenciado la presencia de Pb (0.46 mg/Kg y 0.32 mg/Kg) en los productos lácteos de los ganados de la zona, que superan los LMP (0.02 mg/Kg) estipulados en el COEX ALIMENTARIUS que plantea la FAO.

6.2. RECOMENDACIONES

- Las autoridades del distrito de Olleros en coordinación con los directivos del Parque Nacional Huascarán y el Gobierno Regional, deberían gestionar proyectos de recuperación de las aguas del río Uquián con la finalidad de mejorar la calidad de los suelos y las áreas verdes del entorno, donde se realiza actividades de pastoreo.
- Se sugiere a los estudiantes de la Facultad de Ciencias del Ambiente de la UNASAM plantear proyectos de investigación para determinar la generación de drenaje ácido de roca, la movilidad de metales pesados, la capacidad de fitorremediación de humedales y

la capacidad de carga, etc., siendo éstas variables importantes que ayudarán para el diseño de un humedal de alta eficiencia.

- Se aconseja buscar otros espacios con mejor calidad de suelos y pastos para desarrollar la actividad de pastoreo, debido a la presencia de plomo en leche del ganado vacuno que es alimentado con pastos del humedal altoandino Collotacocha.
- Se recomienda generar proyectos de conducción de agua para evitar que aguas de buena calidad del río Quilloc se mezclen con las del río Uquián, para que así solo estas últimas ingresen al humedal para su recuperación y las primera puedan ser usadas en actividades agrícolas y ganaderas.
- Se recomienda a las autoridades de SENASA implementar evaluaciones de metales pesados en la leche y carnes del ganado que habita la zona de estudio y tomar las medidas correctivas correspondientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

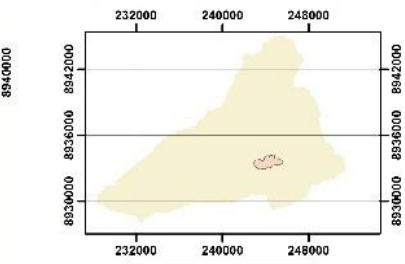
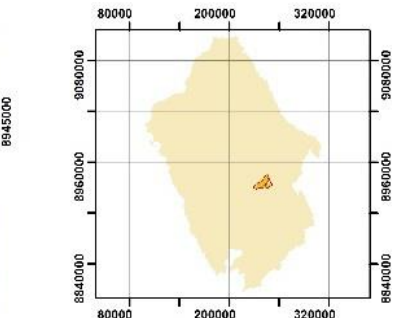
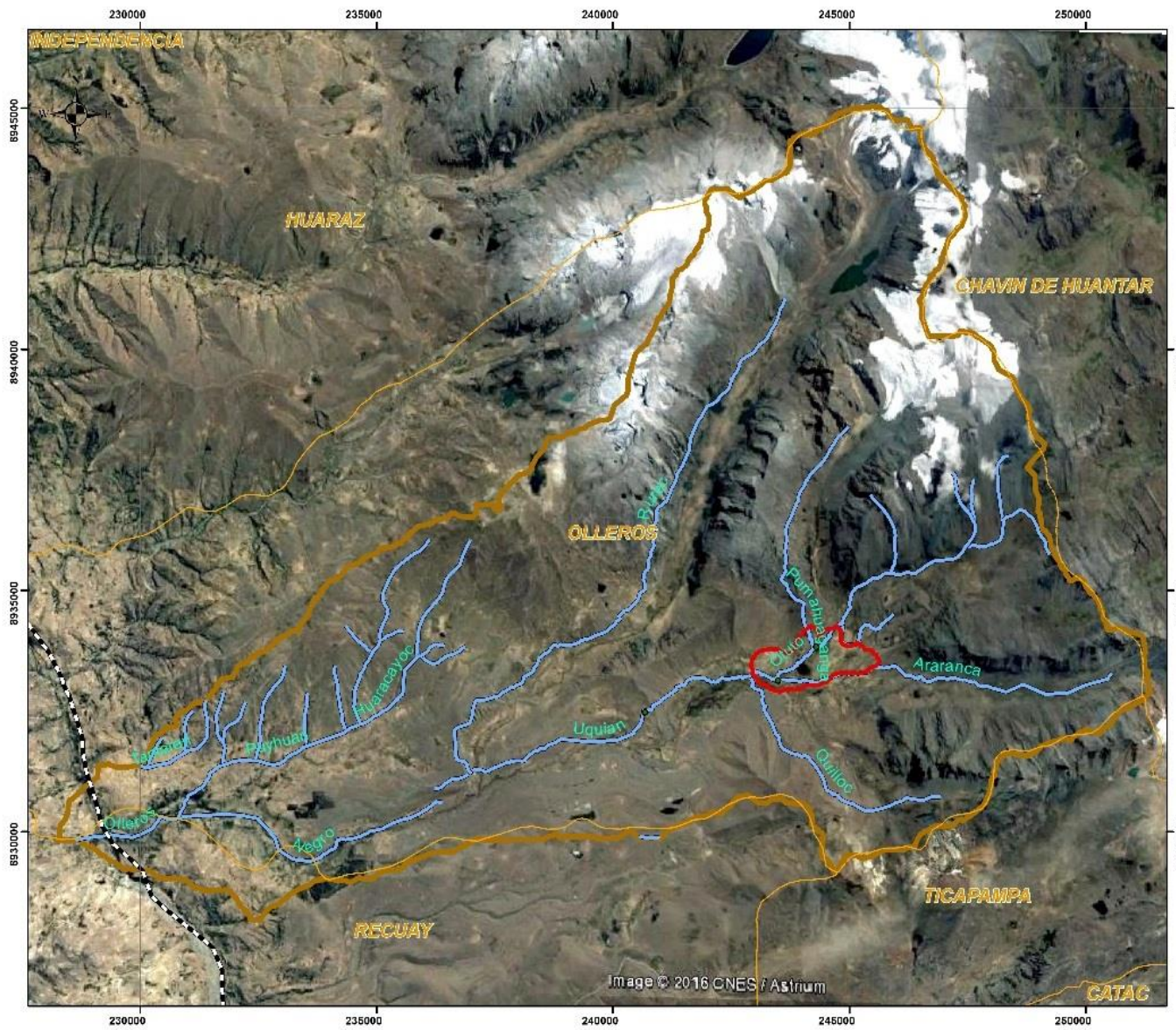
- Aliaga, E. (2017). *Aplicación de la biorremediación con comunidad biológica de musgos nativos en la recuperación de la calidad del agua impactada con drenaje ácido de roca (DAR) en la subcuenca de Pachacoto, Recuay - Áncash 2015*. Lima-Perú: Universidad Federico Villareal.
- Aliaga, E., Palomino, E., Yupanqui, E., & Bobadilla, M. (2009). Capacidad de las plantas nativas en ambientes con drenaje ácido para la bioacumulación de metales pesados. *Aporte Santiaguino*, 9-20.
- Álvarez, L. (2004). *Mineralización in vitro de nitrógeno y fósforo y contenido de metales pesados en suelos acondicionados con lodo proveniente de una planta de tratamiento de aguas servidas*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Álvarez, R., & Amancio, F. (2014). *Bioacumulación de metales pesados en peces y análisis de agua del Río Santa y de la laguna Chinancocha - Llanganuco. Periodo 2012 - 2013*. Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
- Batley, G. (1989). Trace element speciation: Analytical methods and problems. CRC Press.
- Cantú, P. C. (1994). *La contaminación ambiental*. Argentina: Diana.
- Chávez, D. (2011). *Carcaterización para evaluar las oportunidades de remediación en la cuenca del Río Negro - CC Cordillera Blanca*. Huaraz: The Mountain Institute.
- Chira, J. (2010). Metales biodisponibles en la cuenca alta del río Torres-Vizcarra, departamentos de Áncash y Huánuco. *Revista del Instituto de Investigaciones de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, 15.
- Cruz, F. (2006). *Ordenamiento territorial instrumento de desarrollo del turismo sostenible. Caso: Cuenca del Río Negro Olleros - Huaraz*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- FAO. (2015). Norma general para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos. *CODEZ ALIMENTARIUS*, 62.
- Hernández, A., & Pastor, J. (2008). La restauración en sistemas con suelos degradados: estudio de casos en agroecosistemas mediterráneos y taludes de carretera. *CIEMAT*, 545-564.
- Herrera, J., Rodríguez, J., Coto, J., Salgado, V., & Borbón, H. (2013). *Evaluación de metales pesados en los sedimentos superficiales del Río Pirro*. Costa Rica: Universidad Nacional de Costa Rica.
- Laino, R., Bello, R., Gonzáles, M., Ramírez, N., Jiménez, F., & Musálem, K. (2015). Concentración de metales en agua y sedimentos de la cuenca alta del río Grijalva, frontera México-Guatemala. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 61-74.
- Leyva, M. (2017). *Capacidad secuestradora de metales pesados en el sedimento del humedal alto andino Collotacocha – Canrey – Recuay – Áncash, Periodo Abril – Setiembre 2015*. Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
- Melo, L. (2006). *Análisis y Caracterización de Ácidos Fúlvicos y su Interacción con algunos Metales Pesados*. Pachuca de Soto: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- MINAM. (2017). *Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM*. Lima-Perú: Ministerio del Ambiente.
- Montano, Y., & Medina, K. (2014). *"Determinación del factor de bioconcentración y translocación de metales pesados en el Juncus arcticus Willd. y Cortaderia rudiusscula Stapf., de áreas contaminadas con el pasivo ambiental Minero Alianza - Áncash 2013"*. Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.

- Palomino, E. (2007). *Análisis de los humedales de Rurec, Quilcayhuanca, Huancapetí y Mesapata*. Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
- Pérez, M., Martínez, G., & Fermín, I. (2006). Biodisponibilidad de metales traza en sedimentos superficiales del ecosistema lagunar costero Bocaripo - Chacopata (Península de Araya, Estado de Sucre). *Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 81-91.
- Prieto, J., Gonzáles, C., Román, A., & Prieto, F. (2009). *Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua*. Mérida: Universidad Autónoma de Yucatán.
- Ramsar COP8. (2002). Los humedales altoandinos como ecosistemas estratégicos. "*Humedales: agua, vida y cultura*", (pág. 3). Valencia - España.
- Rodríguez, H., Sánchez, E., Rodríguez, M., Vidales, J., Agaña, K., Martínez, G., & Rodríguez, J. (2005). *Metales pesados en la leche cruda de bovino*. Monterrey-México: Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Rosas, H. (2001). *Estudio de la contaminación por metales pesados en la cuenca del Llobregat*. Barcelona - España: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Schenone, N., Volpedo, A., & Fernández, A. (2008). Estado trófico y variación estacional de nutrientes en los ríos y canales del humedal mixo-halino de Bahía Samborombón (Argentina). *Asociación Ibérica de Limnología*, 143-150.
- Schrauf, T., & Smith, M. (2005). Humedales de tratamiento de drenaje de mina. *Revista Minería*, 5.
- Segovia, M. (2014). *Bioaccesibilidad y Biodisponibilidad de Elementos Traza en el Suelo Contaminados y Plantas*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Solano, A. (2005). *Movilización de metales pesados en residuos y suelos industriales afectados por la hidrometalurgia del Zinc*. Murcia-España: Universidad de Murcia.
- Tinoco, M. d. (2000). *Caracterización Molecular de la Materia Orgánica de Suelos Afectados por Distintos Tipos de Degradación en la Comunidad de Madrid*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- Wetlands, C. (1995). *Wetlands: Characteristics and Boundaries*. Washington. D.C.
- Zakaria, T. (2014). *Electroadsorción de plomo sobre carbones activados en diferentes conformaciones: modificación de la química superficial por métodos electroquímicos*. Alicante - España: Universidad de Alicante.

ANEXOS

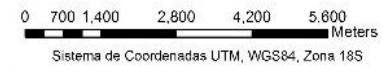
ANEXO 1.

MAPA DE UBICACIÓN – 2018



SIMBOLOGÍA

- Área de Estudio
- Límite de distrito
- Cuenca Olleros
- Ríos
- Vías Asfaltada



TÍTULO: "BIODISPONIBILIDAD DE METALES PESADOS EN SEDIMENTOS DEL HUMEDAL ALTO ANDINO COLI OTACOCCHA - CANREY RECUAY-ANCASH Y SUS EFECTOS EN LA ACTIVIDAD GANADERA, PERIODO 2017"

MAPA DE UBICACION

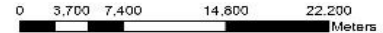
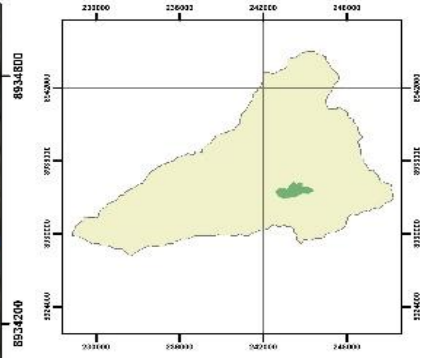
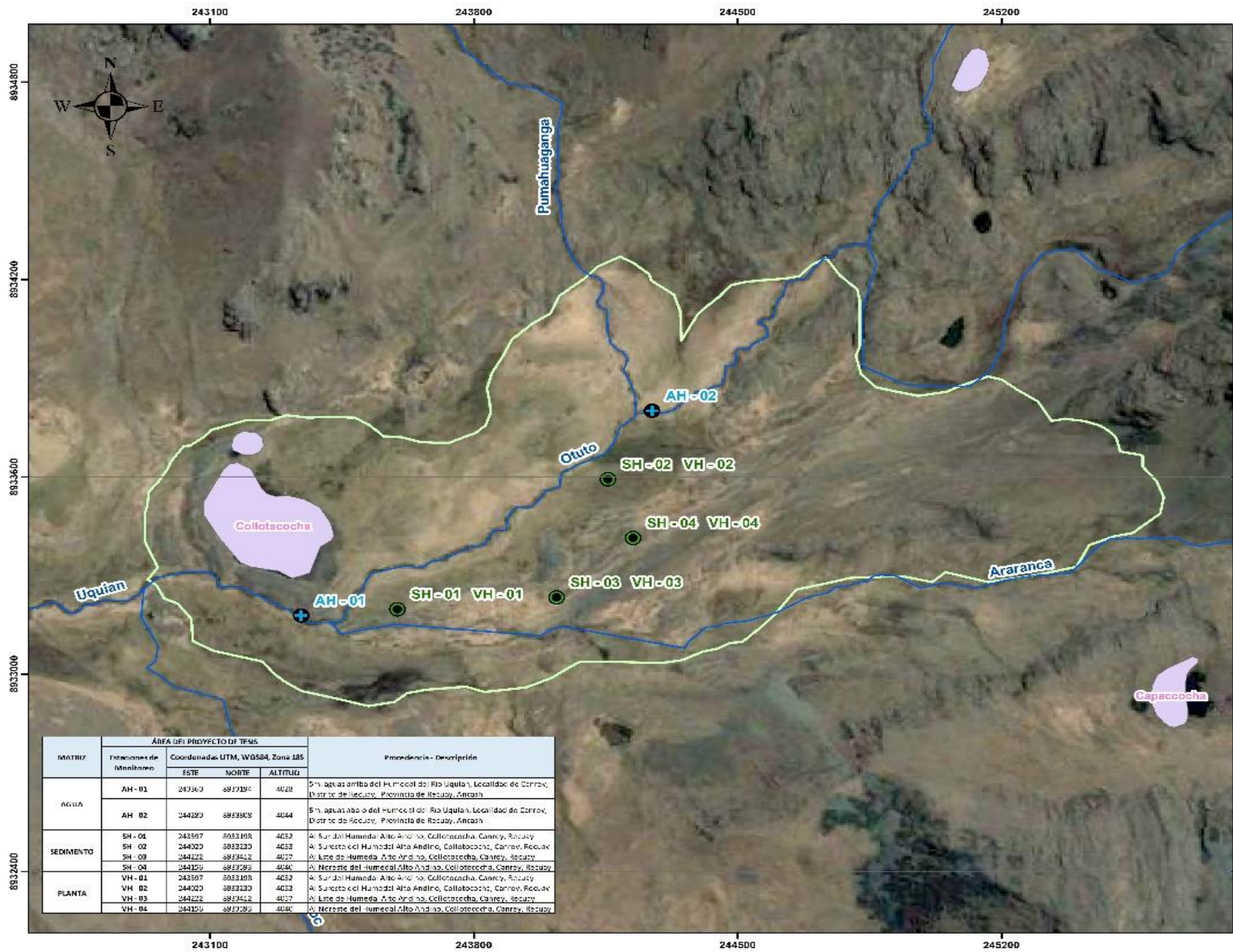
Fecha: 05/07/2018 | Lámina: 01 | Escala: 1: 80 000

Elaborado por: Bach. BLANCA ROSARIO MENDEZ VARGAS

Fuente: MTC, Información Base Carta Nacional, MINEDU, MINAM, Google Earth Pro.

ANEXO 2.

MAPA DEL ÁREA DE ESTUDIO 01 – 2018



Sistema de Coordenadas UTM, WGS84, Zona 18S

CALIDAD DE AGUA: PARÁMETROS DE CAMPO

Parámetro	Unidad	ÉPOCA DE LLUVIA		ÉPOCA DE ESTIAJE	
		AH - 01	AH - 02	AH - 01	AH - 02
pH		6.77	7.04	3.75	3.79
Cond.	µS/cm	349	388	488	484
O. D.	mg/L	7.06	7.05	7.6	7.36
Temp.	°C	9.4	10.6	6.7	6.3

- SIMBOLOGIA**
- E. M. DE SEDIMENTO Y VEGETACION
 - ESTACIONES DE MONITOREO DE AGUA
 - RIOS
 - LAGUNAS
 - AREA DE ESTUDIO
 - LIMITE DE DISTRITO

MATRIZ	ÁREA DEL PROYECTO DE TESIS				Precedencia - Descripción
	Frecuencias de Muestreo	Coordenadas UTM, WGS84, Zona 18S			
		ESTE	NORTE	ALTITUD	
AGUA	AH - 01	247367	8893395	4028	5m aguas arriba del Humedal de Río Uquian, Localidad de Correy, Distrito de Recay, Provincia de Recay, Ancash
	AH - 02	244280	8893905	4044	5m aguas abajo del Humedal de Río Uquian, Localidad de Correy, Distrito de Recay, Provincia de Recay, Ancash
SEDIMENTO	SH - 01	243597	8893105	4053	En Sur del Humedal Alto Andino, Collatococha, Correy, Recay
	SH - 02	244020	8893230	4053	Al Sureste del Humedal Alto Andino, Collatococha, Correy, Recay
	SH - 03	244222	8893412	4027	Al Este de Humedal Alto Andino, Collatococha, Correy, Recay
	SH - 04	244320	8893290	4040	Al Noroeste del Humedal Alto Andino, Collatococha, Correy, Recay
PLANTA	VH - 01	243597	8893105	4053	En Sur del Humedal Alto Andino, Collatococha, Correy, Recay
	VH - 02	244020	8893230	4053	Al Sureste del Humedal Alto Andino, Collatococha, Correy, Recay
	VH - 03	244222	8893412	4027	Al Este de Humedal Alto Andino, Collatococha, Correy, Recay
	VH - 04	244320	8893290	4040	Al Noroeste del Humedal Alto Andino, Collatococha, Correy, Recay

MAPA DEL ÁREA DE ESTUDIO

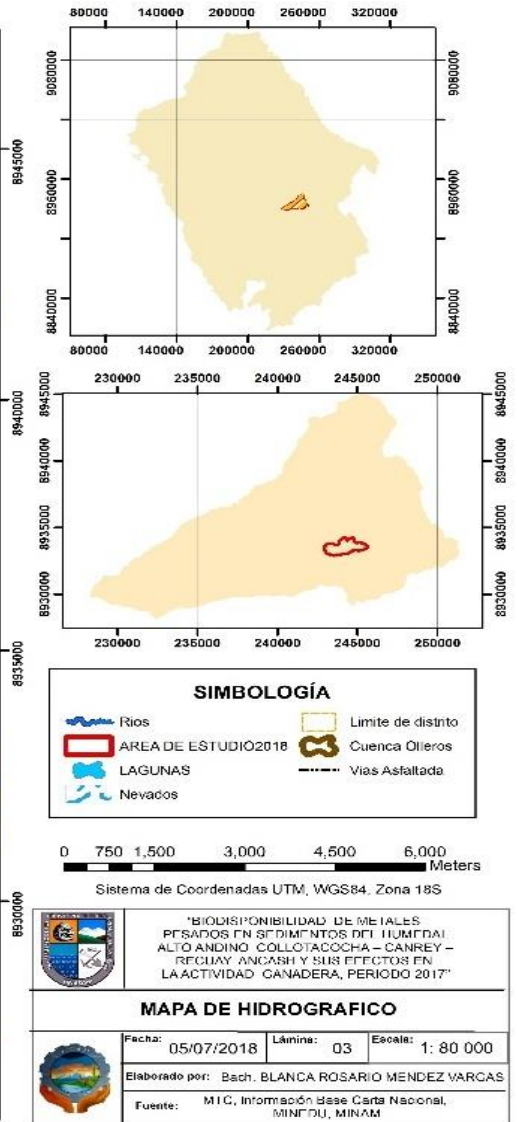
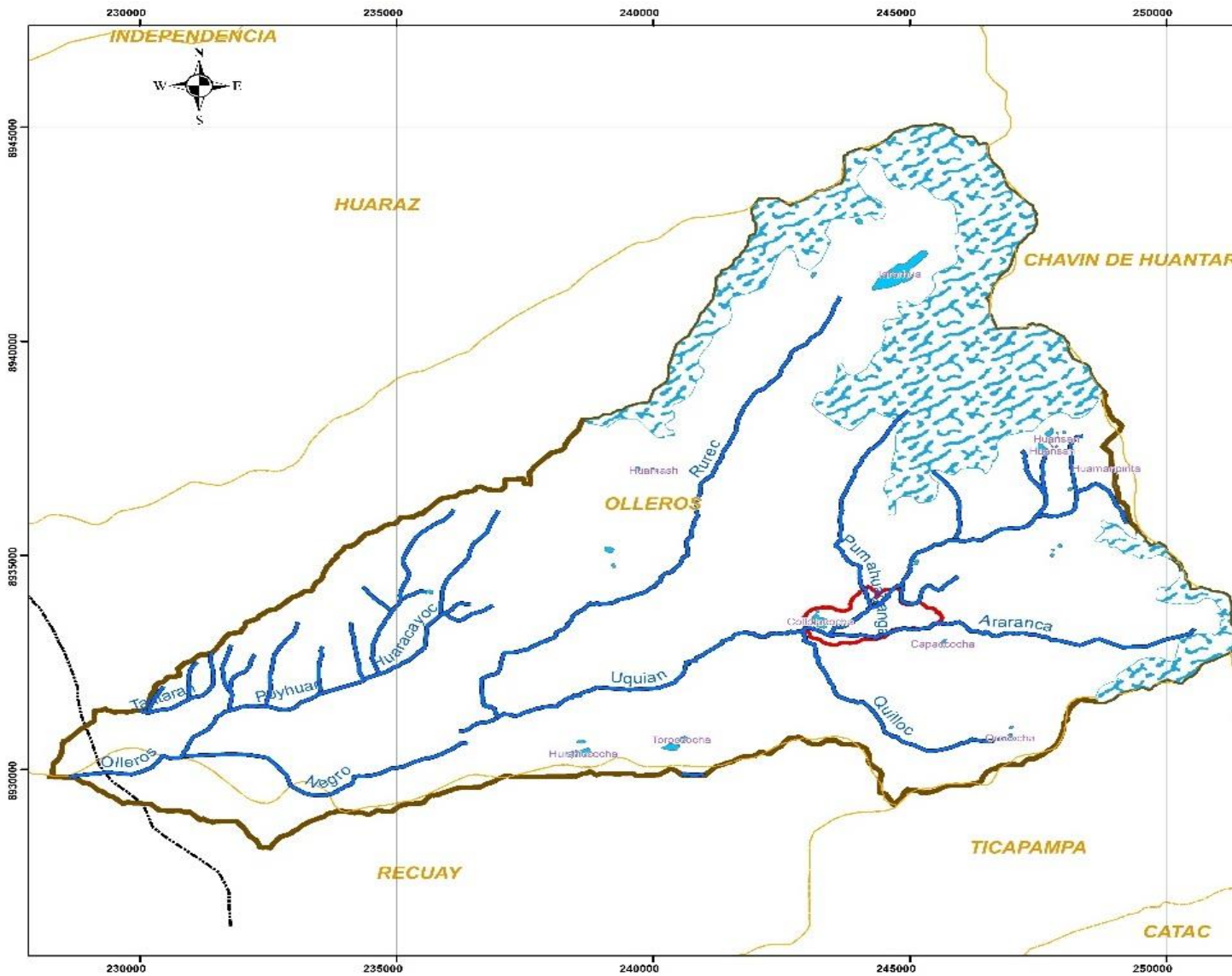
Fecha: 05/07/2018 | Lámina: 02 | Escala: 1: 10 000

Elaborado por: Ing. BLANCA ROSA D. MENDELZ VARGAS

Fuente: MTC, Información Base Carta Nacional, MINFRU, M. NAB., Google Earth Pro.

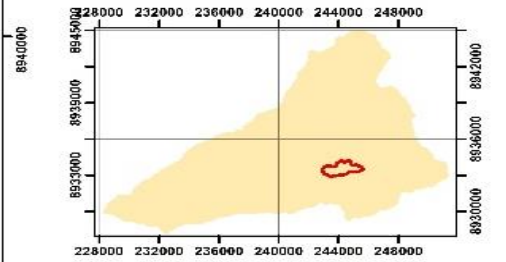
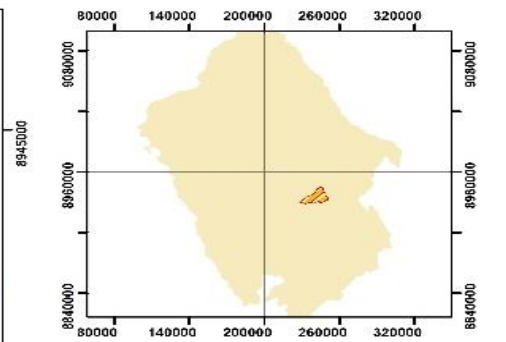
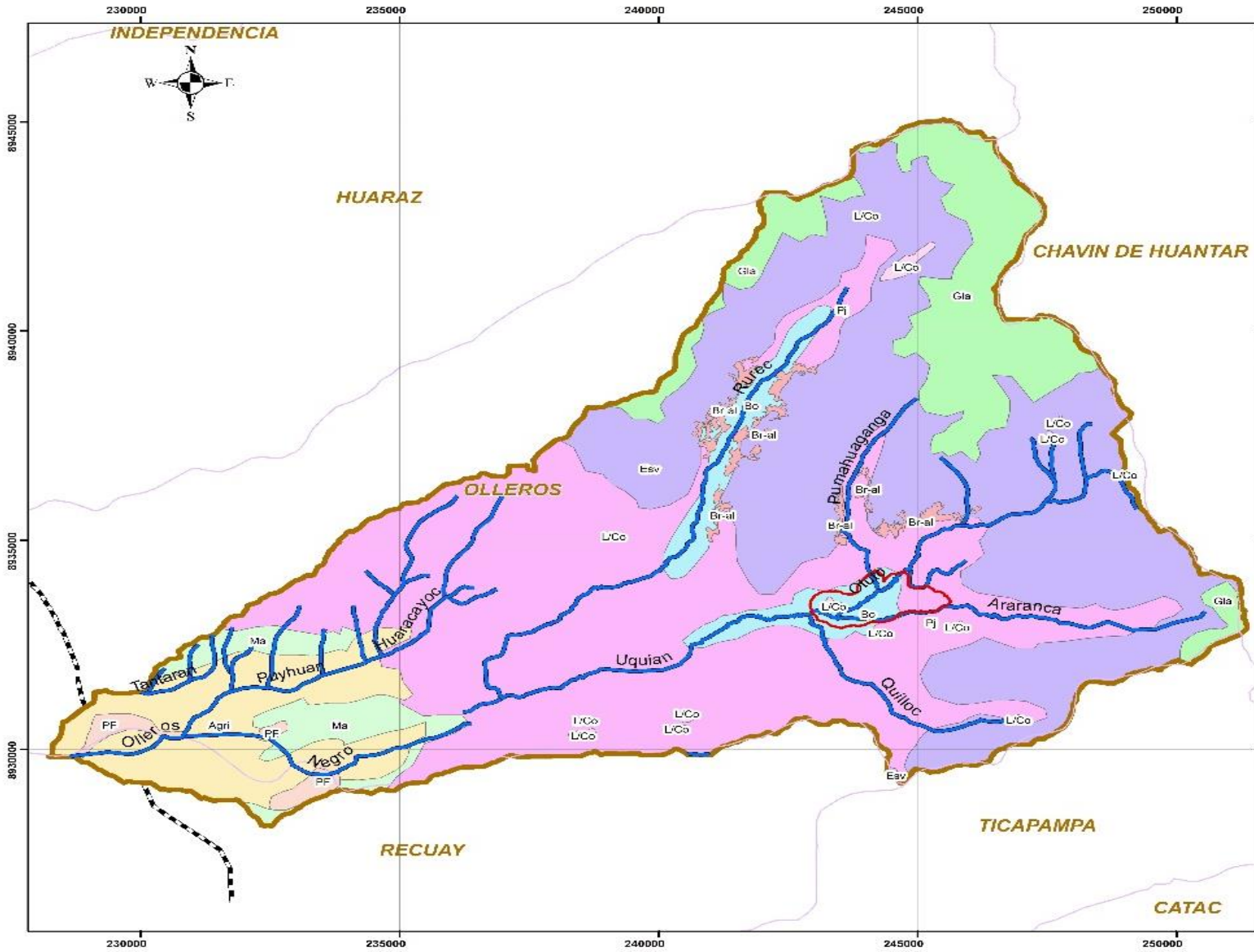
ANEXO 3.

MAPA HIDROGRÁFICO – 2018



ANEXO 4.

MAPA DE COBERTURA VEGETAL – 2018



SIMBOLOGIA

Río	Barrocal
Humedal de alto	Pastoreo selectivo/abandono
Cuenca Olleros	Cebada
Vías Asfaltadas	Lagunas, lagos y ocenas
Cobertura Vegetal	Matorrales arbustivos
Agricultura cosecha y pendiente	Pastoreo extensivo
Área silvopastoral con bosques y sin vegetación	Plantación / forestal

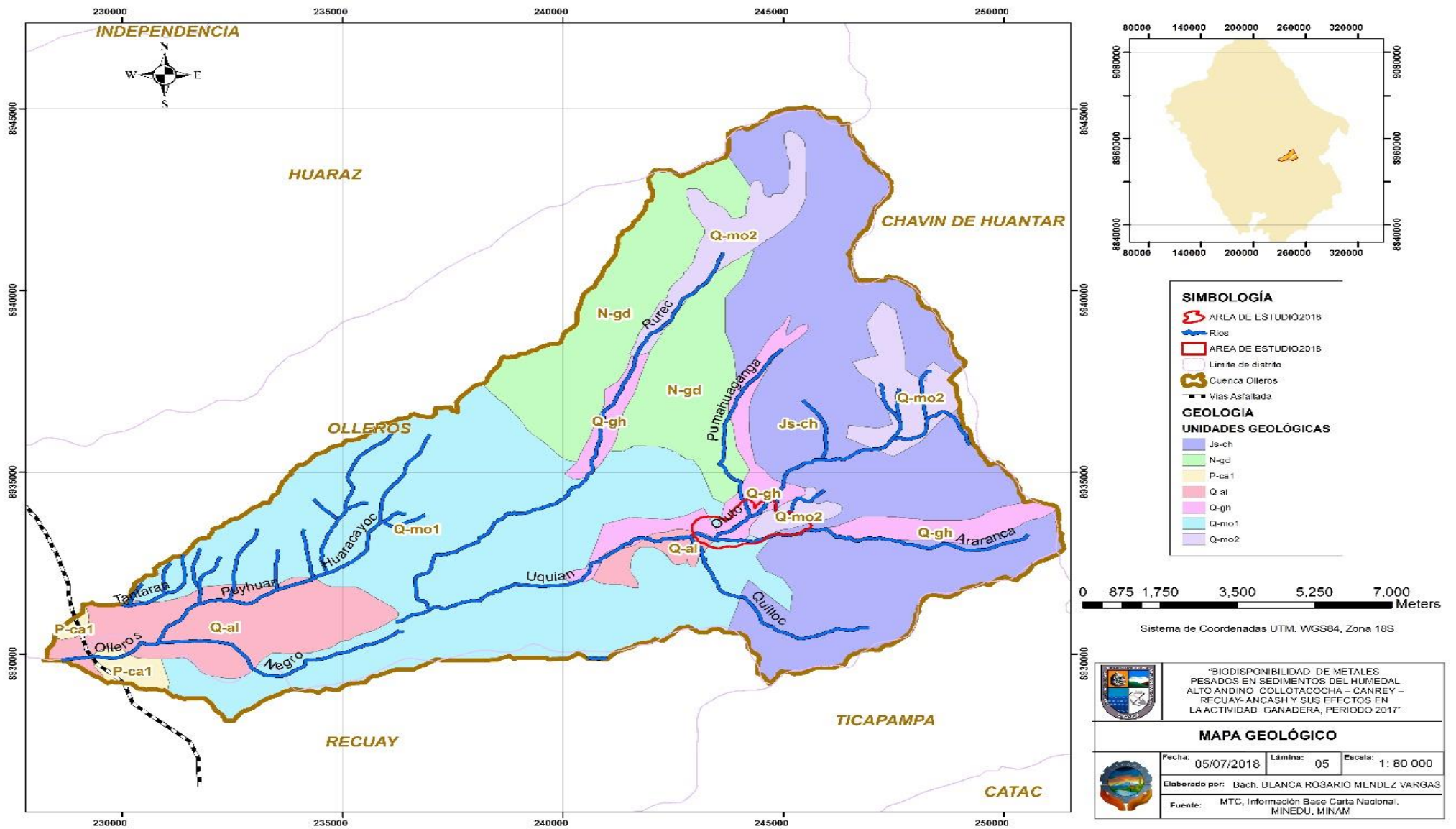


"BIODISPONIBILIDAD DE METALES PESADOS EN SEDIMENTOS DEL HUMEDAL ALTO ANDINO COLLOTACOCHA - CAÑREY - RECUAY ANCASSI Y SUS EFECTOS EN LA ACTIVIDAD GANADERA, PERIODO 2017"

MAPA DE COBERTURA VEGETAL

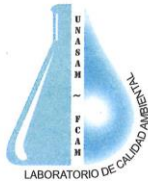
Fecha: 05/07/2018	Lámina: 04	Escala: 1: 80 000
Elaborado por: Bach. BLANCA ROSARIO MENDEZ VARGAS		
Fuente: MTC, Información Base Carta Nacional, MINEDU, MINAM		

ANEXO 5.
MAPA GEOLÓGICO - 2018



ANEXO 6

INFORME DE ENSAYO EN AGUA, SEDIMENTO, VEGETACION, Y LECHE EN EPOCA DE ESTIAJE



INFORME DE ENSAYO AG170795

CLIENTE Razón Social : BLANCA ROSARIO MENDEZ VARGAS
 Dirección : Jr. Juan de la Cruz Romero N° 680
 Atención : Blanca Rosario Mendez Vargas

MUESTRA Producto declarado : Agua de Río
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : 5m. Aguas arriba del Humedal del Río Uquian, Localidad de Canrey, Distrito de Recuay, Provincia de Recuay, Ancash
 Coordenadas: 243360 E, 8933194 N, 4028 msnm
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170461

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia: : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 15/Agosto/2017
 Fecha de análisis : 15 de Agosto al 22 de Agosto/2017
 Cotización N° : CO170543

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	AG - 01
					Fecha de muestreo ¹	04/08/2017
					Hora de muestreo	08:45
					Código del Laboratorio	AG170795
SM	SERVICIOS DE MUESTREO Y MEDICIÓN EN CAMPO					
SM13	pH (en campo)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B-Versión 2012 (*)	.....		3.75
SM14	Conductividad (en campo)	µS.cm ⁻¹	APHA 2510 B -Versión 2012 (*)	.....		488
SM 15	Oxígeno Disuelto (en Campo)	mg/l	APHA 4500- O G (*)	0.01		7.6
SM16	Temperatura (en campo)	°C	APHA 2550 B (*)	.....		6.70
MT	METALES TOTALES					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		1.430
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		6.310
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		1.790
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		0.841

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

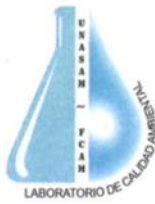
¹ Datos proporcionados por el cliente



Mario Leyva Collas
 Químico Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CCP N° 604

Huaraz, 22 de Agosto de 2017

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.



INFORME DE ENSAYO AG170796

CLIENTE Razón Social : BLANCA ROSARIO MENDEZ VARGAS
 Dirección : Jr. Juan de la Cruz Romero N° 660
 Atención : Blanca Rosario Mendez Vargas

MUESTRA Producto declarado : Agua de Río
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : 5m. Aguas abajo del Humedal del Río Uquian, Localidad de Canrey, Distrito de Recuay, Provincia de Recuay, Ancash
 Coordenadas: 244280 E, 8933808 N, 4044 msnm
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170461

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 15/Agosto/2017
 Fecha de análisis : 15 de Agosto al 22 de Agosto/2017
 Cotización N° : CO170543

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	AH - 02
					Fecha de muestreo ¹	04/08/2017
					Hora de muestreo ¹	09:55
					Código del Laboratorio	AG170796
SM	SERVICIOS DE MUESTREO Y MEDICIÓN EN CAMPO					
SM13	pH (en campo)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B - Versión 2012 (*)			3.79
SM14	Conductividad (en campo)	µS.cm ⁻¹	APHA 2510 B - Versión 2012 (*)			484
SM 15	Oxígeno Disuelto (en Campo)	mg/l	APHA 4500- O G (*)	0.01		7.38
SM16	Temperatura (en campo)	°C	APHA 2550 B (*)			6.30
MT	METALES TOTALES					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromazurol S (*)	0.020		1.440
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Trizina (*)	0.005		2.680
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		1.590
MT24	Piomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		0.959

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

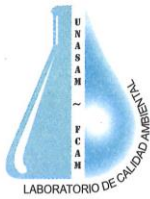
¹ Datos proporcionados por el cliente



Mario Leyva Collas
 Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 COP N° 604

Huaraz, 22 de Agosto de 2017

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.



INFORME DE ENSAYO OT170126

CLIENTE Razón Social : BLANCA ROSARIO MENDEZ VARGAS
 Dirección : Jr. Juan de la Cruz Romero N° 680
 Atención : Blanca Rosario Mendez Vargas

MUESTRA Producto declarado : Sedimento
 Matriz : Otros
 Procedencia : Humedal Collotacocha del Centro Poblado Canrey, Distrito de Recuay, Ancash
 Coordenadas: 243597 E, 8933198 N, 4052 mnm
 Ref/Condición : Cadena de Custodia CC170087

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 15/Agosto/2017
 Fecha de análisis : 15 - 05 de Setiembre/2017
 Cotización N° : CC170544

CÓD.	PARAMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	SH - 01
					Fecha de muestreo ¹	04/08/2017
					Hora muestreo ¹	08:40
					Código del Laboratorio	OT170126
ANÁLISIS FISCOQUÍMICOS EN SEDIMENTO						
FQS						
FQC07	Ácidos Humicos	%	Extracción Alcalina (*)	0.1		37.0
FQC09	Ácidos Fulvicos	%	Extracción Alcalina (*)	0.1		63.0
METALES EN SEDIMENTO						
MS						
MS01	Aluminio total	mg/Kg Al	Cromoazuluro S (*)	4.00		282.76
MS16	Hierro total	mg/Kg Fe	Triazina (*)	1.00		1172.00
	Manganeso total	mg/Kg Mn				560.30
MS24	Piomo total	mg/Kg Pb	PAR (*)	0.100		111.150

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente.

Legenda: APHA: Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012



Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 COP N° 604

Huaraz, 05 de Setiembre de 2017

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirigidas se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef. 421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005
 E-mail: labfcam@hotmail.com



INFORME DE ENSAYO OT170127

CLIENTE Razón Social : BLANCA ROSARIO MENDEZ VARGAS
 Dirección : Jr. Juan de la Cruz Romero N° 680
 Atención : Blanca Rosario Mendez Vargas

MUESTRA Producto declarado : Sedimento
 Matriz : Otros
 Procedencia : Humedal Collotacocha del Centro Poblado Canrey, Distrito de Recuay, Ancash
 Coordenadas: 244020 E, 8933230 N, 4053 msnm
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170087

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 15/Agosto/2017
 Fecha de análisis : 15 - 05 de Setiembre/2017
 Cotización N° : CO170544

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	SH - 02
					Fecha de muestreo ¹	04/08/2017
					Hora muestreo ¹	09:00
					Código del Laboratorio	OT170127
FQS	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS EN SEDIMENTO					
FQC07	Ácidos Húmicos	%	Extracción Alcalina (*)	0.1		40.0
FQC09	Ácidos Fúlvicos	%	Extracción Alcalina (*)	0.1		60.0
MS	METALES EN SEDIMENTO					
MS01	Aluminio total	mg/Kg Al	Cromoazuro S (*)	4.00		292.48
MS16	Hierro total	mg/Kg Fe	Triazina (*)	1.00		1187.22
	Manganeso total	mg/Kg Mn				796.10
MS24	Plomo total	mg/Kg Pb	PAR (*)	0.100		43.870

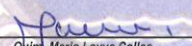
(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

Legenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

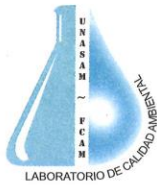
Huaraz, 05 de Setiembre de 2017




 Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash, Telef.421 431- Cel. 94432754 / 948915005 RPM. # 948915005
 E-mail: labcam@hotmail.com



INFORME DE ENSAYO OT170128

CLIENTE Razón Social : BLANCA ROSARIO MENDEZ VARGAS
 Dirección : Jr. Juan de la Cruz Romero N° 680
 Atención : Blanca Rosario Mendez Vargas

MUESTRA Producto declarado : Sedimento
 Matriz : Otros
 Procedencia : Humedal Colotacocho del Centro Poblado Canrey, Distrito de Recuay, Ancash
 Coordenadas: 244222 E, 8933412 N, 4057 msnm
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170087

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 15/Agosto/2017
 Fecha de análisis : 15 - 05 de Setiembre/2017
 Cotización N° : CO170544

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	SH - 03
					Fecha de muestreo ¹	04/08/2017
					Hora muestreo ¹	09:25
					Código del Laboratorio	OT170128
FQS ANALISIS FISICOQUIMICOS EN SEDIMENTO						
FQC07	Acidos Humicos	%	Extracción Alcalina (*)	0.1		42.0
FQC09	Acidos Fulvicos	%	Extracción Alcalina (*)	0.1		58.0
MS METALES EN SEDIMENTO						
MS01	Aluminio total	mg/Kg Al	Cromoazurol S (*)	4.00		236.68
MS16	Hierro total	mg/Kg Fe	Triazina (*)	1.00		1106.97
	Manganeso total	mg/Kg Mn				553.60
MS24	Plomo total	mg/Kg Pb	PAR (*)	0.100		63.180

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA
¹ Datos proporcionados por el cliente
 Leyenda: APHA: Standard Method for de Examination of Water and Wastewater. 22 nd. Edition-2012

Huaraz, 05 de Setiembre de 2017



Quin, Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.
 Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005
 E-mail: labfcam@hotmail.com



INFORME DE ENSAYO OT170129

CLIENTE Razón Social : BLANCA ROSARIO MENDEZ VARGAS
 Dirección : Jr. Juan de la Cruz Romero N° 680
 Atención : Blanca Rosario Mendez Vargas

MUESTRA Producto declarado : Sedimento
 Matriz : Otros
 Procedencia : Humedal Collotacocha del Centro Poblado Canrey, Distrito de Recuay, Ancash
 Coordenadas: 244156 E, 8933593 N, 4040 msnm
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170087

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 15/Agosto/2017
 Fecha de análisis : 15 - 05 de Septiembre/2017
 Cotización N° : CO170544


CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	SH - 04
					Fecha de muestreo ¹	04/08/2017
					Hora muestreo ¹	09:40
					Código del Laboratorio	OT170129
FQS ANALISIS FISICOQUIMICOS EN SEDIMENTO						
FQC07	Ácidos Humicos	%	Extracción Alcalina (*)	0.1		41.0
FQC09	Ácidos Fulvicos	%	Extracción Alcalina (*)	0.1		59.0
MS METALES EN SEDIMENTO						
MS01	Aluminio total	mg/Kg Al	Cromoazurol S (*)	4.00		250.05
MS16	Hierro total	mg/Kg Fe	Triazina (*)	1.00		1195.97
	Manganeso total	mg/Kg Mn				380.80
MS24	Plomo total	mg/Kg Pb	PAR (*)	0.100		167.860

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

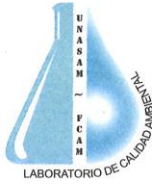



 Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 05 de Septiembre de 2017

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dicientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005
 E-mail: labcam@hotmail.com



INFORME DE ENSAYO OT170122

CLIENTE Razón Social : BLANCA ROSARIO MENDEZ VARGAS
 Dirección : Jr. Juan de la Cruz Romero N° 680
 Atención : Blanca Rosario Mendez Vargas

MUESTRA Producto declarado : Plantas
 Matriz : Otros
 Procedencia : Humedal Collotacocha del Centro Poblado Canray, Distrito de Recuay, Ancash
 Coordenadas: 243597 E, 8933198 N, 4052 msnm
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170087

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia: No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 15/Agosto/2017
 Fecha de análisis : 15 - 05 de Setiembre/2017
 Cotización N° : CO170545

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	VH - 01
					Fecha de muestreo ¹	04/08/2017
					Hora muestreo ¹	08:40
					Código del Laboratorio	OT170122
MTP			METALES EN PLANTA			
MTP01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		18.000
MTP08	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405 (*)	0.010		< 0.010
MTP10	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		907.500
MTP17	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.25		54.35
MTP29	Cobre total	mg/Kg Cu	Cuprizona (*)	0.2		1.8
MTP30	Plomo total	mg/Kg Pb	PAR (*)	0.100		9.660

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA
¹ Datos proporcionados por el cliente

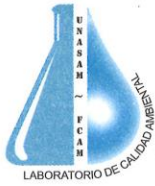


Quim. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 05 de Setiembre de 2017

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.
 Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef. 421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005
 E-mail: labfcam@hotmail.com



INFORME DE ENSAYO OT170123

CLIENTE Razón Social : BLANCA ROSARIO MENDEZ VARGAS
 Dirección : Jr. Juan de la Cruz Romero N° 680
 Atención : Blanca Rosario Mendez Vargas

MUESTRA Producto declarado : Plantas
 Matriz : Otros
 Procedencia : Humedal Collotacocha del Centro Poblado Canray, Distrito de Recuay, Ancash
 Coordenadas: 244020 E, 8933230 N, 4053 msnm
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170087

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia: : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 15/Agosto/2017
 Fecha de análisis : 15 - 05 de Setiembre/2017
 Cotización N° : CO170545


CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	VH - 02
					Fecha de muestreo ¹	04/08/2017
					Hora muestreo ¹	09:00
					Código del Laboratorio	OT170123
MTP	METALES EN PLANTA					
MTP01	Aluminio total	mg/l Al	CromoazuroI S (*)	0.020		510.800
MTP08	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405 (*)	0.010		< 0.010
MTP10	Hierro total	mg/l Fe	Tnazina (*)	0.005		870.600
MTP17	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.25		79.95
MTP29	Cobre total	mg/Kg Cu	Cuprizona (*)	0.2		1.7
MTP30	Plomo total	mg/Kg Pb	PAR (*)	0.100		45.310

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

Huaraz, 05 de Setiembre de 2017




 Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 COP N° 604

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005
 E-mail: labcam@hotmail.com



INFORME DE ENSAYO OT170124

CLIENTE Razón Social : BLANCA ROSARIO MENDEZ VARGAS
 Dirección : Jr. Juan de la Cruz Romero N° 680
 Atención : Blanca Rosario Mendez Vargas

MUESTRA Producto declarado : Plantas
 Matriz : Otros
 Procedencia : Humedal Colotacocha del Centro Poblado Canray, Distrito de Recuay, Ancash
 Coordenadas: 24422 E, 8933412 N, 4057 msnm
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170087

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 15/Agosto/2017
 Fecha de análisis : 15 - 05 de Setiembre/2017
 Cotización N° : CO170545

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	VH - 03
					Fecha de muestreo ¹	04/08/2017
					Hora muestreo ¹	09:25
					Código del Laboratorio	OT170124
MTP	METALES EN PLANTA					
MTP01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		130.500
MTP08	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405 (*)	0.010		< 0.010
MTP10	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		2030.800
MTP17	Manganeso total	mg/l Mn	Formaloxina (*)	0.25		85.10
MTP29	Cobre total	mg/Kg Cu	Cuprizona (*)	0.2		2.3
MTP30	Plomo total	mg/Kg Pb	PAR (*)	0.100		38.200

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA
¹ Datos proporcionados por el cliente

Huaraz, 05 de Setiembre de 2017



Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 Av. Centenario N°200-Huaraz-Ancash. Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005
 E-mail: labfcam@hotmail.com



INFORME DE ENSAYO OT170125

CLIENTE Razón Social : BLANCA ROSARIO MENDEZ VARGAS
 Dirección : Jr. Juan de la Cruz Romero N° 680
 Atención : Blanca Rosario Mendez Vargas

MUESTRA Producto declarado : Plantas
 Matriz : Otros
 Procedencia : Humedal Collotacocha del Centro Poblado Canray, Distrito de Recuay, Ancash
 Coordenadas: 244156 E, 8933593 N, 4040 msnm
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC170087

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 15/Agosto/2017
 Fecha de análisis : 15 - 05 de Setiembre/2017
 Cotización N° : CO170545

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	VH - 04
					Fecha de muestreo ¹	04/08/2017
					Hora muestreo ¹	09:40
					Código del Laboratorio	OT170125
MTP			METALES EN PLANTA			
MTP01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		137.400
MTP08	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405 (*)	0.010		< 0.010
MTP10	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		2031.400
MTP17	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.25		39.25
MTP29	Cobre total	mg/Kg Cu	Cuprizona (*)	0.2		1.7
MTP30	Plomo total	mg/Kg Pb	PAR (*)	0.100		30.420

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

Huaraz, 05 de Setiembre de 2017



Quim. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CCP N° 604

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005
 E-mail: labfcam@hotmail.com



INFORME DE ENSAYO AL170010-A

CLIENTE Razón Social: BLANCA ROSARIO MENDEZ VARGAS **Atención** : Blanca Rosario Mendez Vargas
 Dirección: Jr. Juan de la Cruz Romero **Referencia** : Acta de Muestreo AM170010-A

MUESTRA **Producto** : Leche **Identificación**: M-01

MUESTREO **Responsable**: Laboratorio de Calidad Ambiental **Fecha/Hora** : 04/08/17 - 13:00 p.m.
 Referencia: Procedimiento ICMSF 1983, apha 2001

LABORATORIO **Recepción** : Adela Castillo Llanque/Laboratorio de Calidad Ambiental **Fecha/Horas** : 05/08/17 - 14:05 a.m.
 Análisis : Blga. Rosario Polo Salazar
 Análisis : 05 al 12 de Agosto/2017 **Cód. Lab.** : AL170010-A

COD.	PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO DE ENSAYO	LÍMITE DETEC. DEL ENSAYO	RESULTADO
ANÁLISIS DE METALES EN ALIMENTO					
MAL01	Aluminio total	mg/Kg Al	Cromoazurol S (*)	4.00	< 4.0
MAL04	Hierro total	mg/Kg Fe	Triazina (*)	1.00	2.94
MAL06	Manganeso total	mg/Kg Mn	Formaldoxina (*)	2.5	< 2.5
MAL08	Plomo total	mg/Kg Pb	PAR (*)	0.100	0.459

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

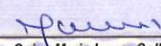
Fuente:

J.Appl. Bacteriol (1970) 33:543

Inicial Microbiology Procedures Handbook 1992 / American Society Microbiology

FAO FOOD and Nutrition Paper, 1992




MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 12 de Agosto de 2017

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005
 E-mail: labfcam@hotmail.com

ANEXO 7

INFORME DE ENSAYO EN AGUA, SEDIMENTO, VEGETACION, Y LECHE EN EPOCA DE LLUVIA



INFORME DE ENSAYO AG180041

CLIENTE Razón Social : BLANCA ROSARIO MENDEZ VARGAS
 Dirección : Jr. Juan de la Cruz Romero N° 680
 Atención : Blanca Rosario Mendez Vargas

MUESTRA **Producto declarado** : Agua de Río
Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
Procedencia : 5m. Aguas arriba del Humedal del Río Uquian, Localidad de Canrey, Distrito de Recuay, Provincia de Recuay, Ancash
 Coordenadas: 243360 E, 8933194 N, 4028 msnm
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180027

MUESTREO **Responsable** : Muestra proporcionada por el cliente
Referencia: : No indica

LABORATORIO **Fecha de recepción** : 06/Febrero/2018
Fecha de análisis : 06 de Febrero al 13 de Febrero/2018
Cotización N° : CO180080

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	AH - 01
					Fecha de muestreo ¹	31/01/2018
					Hora de muestreo ¹	10:50
					Código del Laboratorio	AG180051
SM	SERVICIOS DE MUESTREO Y MEDICIÓN EN CAMPO					
SM05	Medición de Flujo (Caudal)	lt/seg.	Automatico - Método del Correntometro, Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales R.J. N° 010-2016-ANA (*)	0.10		3602.01
SM13	pH (en campo)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B-Versión 2012 (*)	.....		6.74
SM14	Conductividad (en campo)	µS.cm ⁻¹	APHA 2510 B -Versión 2012 (*)	.....		349
SM 15	Oxígeno Disuelto (en Campo)	mg/l	APHA 4500- O G (*)	0.01		7.06
SM16	Temperatura (en campo)	°C	APHA 2550 B (*)	.....		9.40
MT	METALES TOTALES					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Crómbazul S (*)	0.020		1.480
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		5.330
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		0.539
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		0.532

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA
¹ Datos proporcionados por el cliente
 Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

Huaraz, 13 de Febrero de 2018



MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dicientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.



INFORME DE ENSAYO AG180042

CLIENTE Razón Social : BLANCA ROSARIO MENDEZ VARGAS
 Dirección : Jr. Juan de la Cruz Romero N° 680
 Atención : Blanca Rosario Mendez Vargas
MUESTRA Producto declarado : Agua de Río
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : 5m. Aguas abajo del Humedal del Río Uquian, Localidad de Canrey, Distrito de Recuay, Provincia de Recuay, Ancash
 Coordenadas: 244280 E, 8933808 N, 4044 msnm
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180027
MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia: : No indica
LABORATORIO Fecha de recepción : 06/Febrero/2018
 Fecha de análisis : 06 de Febrero al 13 de Febrero/2018
 Cotización N° : CO180080

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	AG - 02
					Fecha de muestreo ¹	31/01/2018
					Hora de muestreo ¹	11:30
					Código del Laboratorio	AG180052
SM	SERVICIOS DE MUESTREO Y MEDICIÓN EN CAMPO					
SM05	Medición de Flujo (Caudal)	l/seg.	Automatico - Método del Correntometro, Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales R.J. N° 010-2016-ANA (*)	0.10		1008.42
SM13	pH (en campo)	Unid. pH	APHA 4500-H ⁺ B-Versión 2012 (*)	.....		7.04
SM14	Conductividad (en campo)	µS.cm ⁻¹	APHA 2510 B -Versión 2012 (*)	.....		388
SM 15	Oxígeno Disuelto (en Campo)	mg/l	APHA 4500- O G (*)	0.01		7.05
SM16	Temperatura (en campo)	°C	APHA 2550 B (*)	.....		10.60
MT	METALES TOTALES					
MT01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		1.440
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		2.800
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		0.333
MT24	Plomo total	mg/l Pb	PAR (*)	0.010		0.528

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Method for Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012

Huaraz, 13 de Febrero de 2018



MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 COP N° 604

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.



INFORME DE ENSAYO OT180051

CLIENTE Razón Social : BLANCA ROSARIO MENDEZ VARGAS
 Dirección : Jr. Juan de la Cruz Romero # 680
 Atención : Blanca Rosario Mendez Vargas

MUESTRA Producto declarado : Sedimento
 Matriz : Otros
 Procedencia : Humedal Collotacocha del Centro Poblado Canray, Distrito de Recuay, Ancash
 Coordenadas: 243597 E, 8933198 N, 4052 msnm
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180020

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 23/Febrero/2018
 Fecha de análisis : 23 Febrero/2018 - 15 de Marzo/2018
 Cotización N° : CO180079

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	SH - 01
					Fecha de muestreo ¹	31/01/2018
					Hora muestreo ¹	08:05
					Código del Laboratorio	OT180068
FQS	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS EN SEDIMENTO					
FQS31	Ácidos Humicos	%	Extracción Alcalina (*)	0.1		42.0
FQS32	Ácidos Fulvicos	%	Extracción Alcalina (*)	0.1		58.0
MS	METALES EN SUELOS					
MS01	Aluminio total	mg/Kg Al	Cromoazurol S (*)	4.00		778.50
MS16	Hierro total	mg/Kg Fe	Triazina (*)	0.05		1086.00
MS19	Manganeso total	mg/Kg Mn	Formaldoxina (*)	2.5		661.7
MS24	Plomo total	mg/Kg Pb	PAR (*)	0.100		105.100

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

Huaraz, 15 de Marzo de 2018


 MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 COP N° 604

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef. 421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005
 E-mail: labfcam@hotmail.com



INFORME DE ENSAYO OT180052

CLIENTE **Razón Social** : BLANCA ROSARIO MENDEZ VARGAS
Dirección : Jr. Juan de la Cruz Romero # 680
Atención : Blanca Rosario Mendez Vargas

MUESTRA **Producto declarado** : Sedimento
Matriz : Otros
Procedencia : Humedal Collotacocha del Centro Poblado Canray, Distrito de Recuay, Ancash
Coordenadas : 244020 E, 8933230 N, 4053 msnm
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180020

MUESTREO **Responsable** : Muestra proporcionada por el cliente
Referencia: : No indica
LABORATORIO **Fecha de recepción** : 23/Febrero/2018
Fecha de análisis : 23 Febrero/2018 - 15 de Marzo/2018
Cotización N° : CO180079

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	SH - 02
					Fecha de muestreo ¹	31/01/2018
					Hora muestreo ¹	08:20
					Código del Laboratorio	OT180069
FQS	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS EN SEDIMENTO					
FQS31	Ácidos Humicos	%	Extracción Alcalina (*)	0.1		36.6
FQS32	Ácidos Fulvicos	%	Extracción Alcalina (*)	0.1		63.4
MS	METALES EN SUELOS					
MS01	Aluminio total	mg/Kg Al	Cromoazurol S (*)	4.00		5441.40
MS16	Hierro total	mg/Kg Fe	Triazina (*)	0.05		2111.90
MS19	Manganeso total	mg/Kg Mn	Formaldoxina (*)	2.5		1522.1
MS24	Plomo total	mg/Kg Pb	PAR (*)	0.100		1567.700

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

Huaraz, 15 de Marzo de 2018


 MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 COP N° 604

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005
 E-mail: labfcam@hotmail.com



INFORME DE ENSAYO OT180053

CLIENTE Razón Social : BLANCA ROSARIO MENDEZ VARGAS
 Dirección : Jr. Juan de la Cruz Romero # 680
 Atención : Blanca Rosario Mendez Vargas

MUESTRA Producto declarado : Sedimento
 Matriz : Otros
 Procedencia : Humedal Collotacocha del Centro Poblado Canray, Distrito de Recuay, Ancash
 Coordenadas : 244222 E, 8933412 N, 4057 msnm
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180020

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 23/Febrero/2018
 Fecha de análisis : 23 Febrero/2018 - 15 de Marzo/2018
 Cotización N° : CO180079

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	SH - 03
					Fecha de muestreo ¹	31/01/2018
					Hora muestreo ¹	08:55
					Código del Laboratorio	OT180070
FQS	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS EN SEDIMENTO					
FQS31	Ácidos Humícos	%	Extracción Alcalina (*)	0.1		48.0
FQS32	Ácidos Fulvicos	%	Extracción Alcalina (*)	0.1		52.0
MS	METALES EN SUELOS					
MS01	Aluminio total	mg/Kg Al	Cromoazurol S (*)	4.00		156.40
MS16	Hierro total	mg/Kg Fe	Triazina (*)	0.05		1117.40
MS19	Manganeso total	mg/Kg Mn	Formaldoxina (*)	2.5		666.5
MS24	Plomo total	mg/Kg Pb	PAR (*)	0.100		717.500

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

Huaraz, 15 de Marzo de 2018


 MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.
 Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef. 421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005
 E-mail: labfcam@hotmail.com



INFORME DE ENSAYO OT180054

CLIENTE Razón Social : BLANCA ROSARIO MENDEZ VARGAS
 Dirección : Jr. Juan de la Cruz Romero # 680
 Atención : Blanca Rosario Mendez Vargas

MUESTRA Producto declarado : Sedimento
 Matriz : Otros
 Procedencia : Humedal Collotacocha del Centro Poblado Canray, Distrito de Recuay, Ancash
 Coordenadas : 244156 E, 8933593 N, 4040 msnm
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180020

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 23/Febrero/2018
 Fecha de análisis : 23 Febrero/2018 - 15 de Marzo/2018
 Cotización N° : CO180079

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del Cliente	SH - 04
					Fecha de muestreo ¹	31/01/2018
					Hora muestreo ¹	09:40
					Código del Laboratorio	OT180071
FQS	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS EN SEDIMENTO					
FQS31	Ácidos Humícos	%	Extracción Alcalina (*)	0.1		44.0
FQS32	Ácidos Fulvicos	%	Extracción Alcalina (*)	0.1		56.0
MS	METALES EN SUELOS					
MS01	Aluminio total	mg/Kg Al	Cromoazurol S (*)	4.00		5652.60
MS16	Hierro total	mg/Kg Fe	Triazina (*)	0.05		2088.30
MS19	Manganeso total	mg/Kg Mn	Formaldoxina (*)	2.5		392.5
MS24	Plomo total	mg/Kg Pb	PAR (*)	0.100		883.200

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

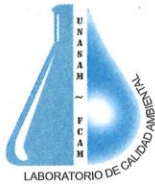
¹ Datos proporcionados por el cliente

Huaraz, 15 de Marzo de 2018


 Msc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 COP N° 604

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005
 E-mail: labfcam@hotmail.com



INFORME DE ENSAYO OT180047

CLIENTE Razón Social : BLANCA ROSARIO MENDEZ VARGAS
 Dirección : Jr. Juan de la Cruz Romero # 680
 Atención : Blanca Rosario Mendez Vargas

MUESTRA Producto declarado : Plantas
 Matriz : Otros
 Procedencia : Humedal Collotacocha del Centro Poblado Canray, Distrito de Recuay, Ancash
 Coordenadas: 243597 E, 8933198 N, 4052 msnm
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180019

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia: : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 23/Febrero/2018
 Fecha de análisis : 23 Febrero/2018 - 15 de Marzo/2018
 Cotización N° : CO180081

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	VH - 01
					Fecha de muestreo ¹	31/01/2018
					Hora muestreo ¹	08:00
					Código del Laboratorio	OT180064
MTP			METALES EN PLANTA			
MTP01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		638.000
MTP10	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		919.000
MTP17	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.25		346.00
MTP30	Plomo total	mg/Kg Pb	PAR (*)	0.100		129.760

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA
¹ Datos proporcionados por el cliente

Huaraz, 15 de Marzo de 2018



MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.
 Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005
 E-mail: labfam@hotmail.com



INFORME DE ENSAYO OT180048

CLIENTE Razón Social : BLANCA ROSARIO MENDEZ VARGAS
 Dirección : Jr. Juan de la Cruz Romero # 680
 Atención : Blanca Rosario Mendez Vargas

MUESTRA Producto declarado : Plantas
 Matriz : Otros
 Procedencia : Humedal Collotacocha del Centro Poblado Canray, Distrito de Recuay, Ancash
 Coordenadas: 244020 E, 8933230 N, 4053 msnm
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180019

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica
LABORATORIO Fecha de recepción : 23/Febrero/2018
 Fecha de análisis : 23 Febrero/2018 - 15 de Marzo/2018
 Cotización N° : CO180081

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	VH - 02
					Fecha de muestreo ¹	31/01/2018
					Hora muestreo ¹	08:15
					Código del Laboratorio	OT180065
MTP			METALES EN PLANTA			
MTP01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		954.200
MTP10	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		2036.000
MTP17	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.25		534.40
MTP30	Plomo total	mg/Kg Pb	PAR (*)	0.100		114.500

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

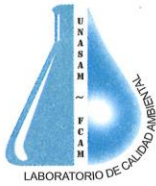
Huaraz, 15 de Marzo de 2018



MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 COP N° 604

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef.421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005
 E-mail: labcam@hotmail.com



INFORME DE ENSAYO OT180049

CLIENTE Razón Social : BLANCA ROSARIO MENDEZ VARGAS
 Dirección : Jr. Juan de la Cruz Romero # 680
 Atención : Blanca Rosario Mendez Vargas

MUESTRA Producto declarado : Plantas
 Matriz : Otros
 Procedencia : Humedal Collotacocha del Centro Poblado Canray, Distrito de Recuay, Ancash
 Coordenadas : 244222 E, 8933412 N, 4057 msnm
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180019

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 23/Febrero/2018
 Fecha de análisis : 23 Febrero/2018 - 15 de Marzo/2018
 Cotización N° : CO180081

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	VH - 03
					Fecha de muestreo ¹	31/01/2018
					Hora muestreo ¹	08:40
					Código del Laboratorio	OT180066
MTP			METALES EN PLANTA			
MTP01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		1094.300
MTP10	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		2778.000
MTP17	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.25		521.90
MTP30	Plomo total	mg/Kg Pb	PAR (*)	0.100		84.180

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

¹ Datos proporcionados por el cliente

Huaraz, 15 de Marzo de 2018



MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef. 421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005
 E-mail: labfcam@hotmail.com



INFORME DE ENSAYO OT180050

CLIENTE Razón Social : BLANCA ROSARIO MENDEZ VARGAS
 Dirección : Jr. Juan de la Cruz Romero # 680
 Atención : Blanca Rosario Mendez Vargas

MUESTRA Producto declarado : Plantas
 Matriz : Otros
 Procedencia : Humedal Collotacocha del Centro Poblado Canray, Distrito de Recuay, Ancash
 Coordenadas: 244156 E, 8933593 N, 4040 msnm
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180019

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia: : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 23/Febrero/2018
 Fecha de análisis : 23 Febrero/2018 - 15 de Marzo/2018
 Cotización N° : CO180081

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	VH - 04
					Fecha de muestreo ¹	31/01/2018
					Hora muestreo ¹	09:20
					Código del Laboratorio	OT180067
MTP			METALES EN PLANTA			
MTP01	Aluminio total	mg/l Al	Cromoazurol S (*)	0.020		355.100
MTP10	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		1927.000
MTP17	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.25		410.90
MTP30	Plomo total	mg/Kg Pb	PAR (*)	0.100		50.720

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA
¹ Datos proporcionados por el cliente

Huaraz, 15 de Marzo de 2018


 MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef. 421 431- Cel. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005
 E-mail: labfcam@hotmail.com



INFORME DE ENSAYO AL180001

CLIENTE **Razón Social:** BLANCA ROSARIO MENDEZ VARGAS **Atención :** Blanca Rosario Mendez Vargas
Dirección: Jr. Juan de la Cruz Romero **Referencia :** Acta de Muestreo AM180001

MUESTRA **Producto :** Leche **Identificación:** M-02

MUESTREO **Responsable:** Laboratorio de Calidad Ambiental **Fecha/Hora :** 31/01/18 - 13:00 p.m
Referencia: Procedimiento ICMSF 1983, apha 2001

LABORATORIO **Recepción :** Adela Castillo Llanque/Laboratorio de Calidad Ambiental **Fecha/Horas :** 06/02/18 - 18:01 p.m
Análisis : Blga. Rosario Polo Salazar
Análisis : 06 - 13/Febrero/2018 **Cód. Lab. :** AL180001

COD.	PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO DE ENSAYO	LIMITE DETEC. DEL ENSAYO	RESULTADO
ANÁLISIS DE METALES EN ALIMENTO					
MAL01	Aluminio total	mg/Kg Al	Cromoazuroil S (*)	4.00	< 4.0
MAL04	Hierro total	mg/Kg Fe	Triazina (*)	1.00	2.05
MAL06	Manganeso total	mg/Kg Mn	Formaldoxina (*)	2.5	< 2.5
MAL08	Piomo total	mg/Kg Pb	PAR (*)	0.100	0.320

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA

Fuente:

J.Appl. Bacteriol (1970) 33:543

Inicial Microbiology Procedures Handbook 1992 / American Society Microbiology

FAO FOOD and Nutrition Paper 1992

Huaraz, 13 de Febrero de 2018



Mario Leyva Collas
MSc. Quím. Mario Leyva Collas
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM - UNASAM
 CQP N° 604

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 Av. Centenario N°200-Huaraz- Ancash. Telef.421 431- Cal. 944432754 / 948915005 RPM. # 948915005
 E-mail: labfcam@hotmail.com