

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**Caracterización de las aguas con fines de riego de la micro cuenca de
Paucartambo del distrito de Paucartambo – Pasco**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Autores: Bach. Gabriela Rosenda MIRANDA ANTICONA

Bach. Percy REMENTERIA CORONEL

Asesor: Mg. Manuel LLANOS ZEVALLOS

Cerro de Pasco – Perú - 2 017

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

Caracterización de las aguas con fines de riego de la micro cuenca de

Paucartambo del distrito de Paucartambo – Pasco

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Hickey Emilio CORDOVA HERRERA

PRESIDENTE

Ing. Teodosio ASTUHUAMAN VARA

MIEMBRO

Mg. Fidel DE LA ROSA AQUINO

MIEMBRO

DEDICATORIA

A nuestro creador divino por darnos
una gran virtud y talento para
ejercer nuestra profesión.

A mis padres: María Yolanda y Víctor le
dedico por su apoyo moral y económico,
mi reconocimiento sincero por su sacrificio
para lograr mi carrera profesional

Gabriela Rosenda Miranda Anticona

A mis padres: Alejandra y Guillermo por su
abnegado e incondicional sacrificio y apoyo
en todo momento para cristalizar mi carrera
profesional.

Percy Rementeria Coronel

RECONOCIMIENTO

1. A la Universidad Nacional “Daniel Alcides Carrión” – Pasco, en especial a los docentes de la Escuela de Formación Profesional de Agronomía – Sede Paucartambo, por habernos brindado todos los conocimientos para nuestra profesión.
2. Al Mg. Manuel Llanos Zevallos, por su asesoramiento del presente trabajo de investigación y apoyo constante, contribuyendo en forma decidida para la culminación del presente trabajo.
3. Al Presidente de la Comunidad Campesina de Paucartambo por su apoyo para la utilización de los terrenos, ríos y riachuelos de la microcuenca de Paucartambo, para la ejecución de nuestros trabajos.
4. Al Dr. Jefe de Laboratorio de Análisis de Suelo y Agua: Sady García Bendecí, de la Universidad Nacional Agraria La Molina, por su apoyo desinteresado.
5. A todas aquellas personas que, de una u otra forma desinteresada, nos han apoyado en la culminación del presente trabajo.

RESUMEN

1. El presente trabajo de investigación se realizó en la microcuenca de Paucartambo, comprendiéndose entre los distritos de Huachón, Ulcumayo y Ninacaca, desde el lugar llamado Puente Huallamayo (2517 m.s.n.m.) hasta el riachuelo Huagaychán (2919 m.s.n.m.), con una longitud de 33.85 km; ubicada en el distrito de Paucartambo, Provincia de Pasco y Región Pasco; entre los meses de Setiembre, octubre y noviembre del 2014, se ejecutó con el propósito de investigar las características de las aguas con fines para uso agrícola.
2. Se obtuvieron muestras de agua de 30 puntos entre riachuelos y ríos que son afluentes del río Paucartambo, estas han sido muestreados entre 10 a.m. a 12 m; dichas muestras han sido enviados al laboratorio de análisis de aguas, suelos y medio ambiente de la Universidad Nacional Agraria La Molina- Lima.
3. Se realizaron los análisis físico-químicos del agua, cuyos resultados se encuentran dentro de los límites permisibles que pueden ser utilizados para uso agrícola.
4. Según Diagrama de Piper, se determinó que las aguas se categorizan en función a sus concentraciones como bicarbonatada cálcica y bicarbonatada sódica.
5. El pH del agua fluctúa desde 6.63 a 7.94, estando dentro de los límites normales.
6. La conductividad eléctrica en todos los puntos muestreados fluctúa entre 0.04 y 0.18 ds/m valores que representan a aguas de baja salinidad y bajo sodio.

7. La metodología de trabajo que se realizó fue en forma de “fases” sucesivas, los cuales se agruparon en 4 etapas:
 - a. Etapa de preparación
 - b. Etapa de campo
 - c. Etapa de laboratorio
 - d. Etapa de gabinete.

8. Las alternativas para la conservación y uso del recurso hídrico, se debe continuar con la evaluación para el uso eficiente y distribución adecuada del recurso agua, pero esto dependerá del apoyo de los Gobiernos Municipales y Regionales, para la construcción de obras hidráulicas como: reservorios, represas, diques y canales de riego.

Palabras calves: Caracterización de agua, riego, microcuenca, rio, riachuelo y afluente.

ABSTRACT

1. The present investigation work was carried out in the basin of Paucartambo, understanding you among the districts of Huachón, Ulcumayo and Ninacaca, from the place called Bridge Huallamayo (2517 m.s.n.m.) until the creek Huagaychán (2919 m.s.n.m.), with a longitude of 33.85 km; located in the district of Paucartambo, County of Pasco and Region Pasco; among the months of September, October and November of the 2014, it was executed with the purpose of investigating the characteristics of the waters with ends for agricultural use.
2. Samples of water of 30 points were obtained among creeks and rivers that are flowing of the river Paucartambo, these have been sampled between 10 a.m. to 12 m; this samples have been correspondents to the laboratory of analysis of waters, soils and Environment of the Agrarian National University The Molina - Lima.
3. They were carried out the physical-chemical analyses of the water whose results are inside the permissible limits that can be used for agricultural use.
4. According to Diagram of Piper, it was determined that the waters are categorized in function to their concentrations like calcic bicarbonatada and sodium bicarbonatada.
5. The pH of the water fluctuates from 6.63 to 7.94, being inside the normal limits.
6. The electric conductivity in all the sampled points fluctuates between 0.04 and 0.18 ds/m values that they represent to waters of low salinity and low sodium.
7. The work methodology that was carried out was in form of "phases" successive, which grouped in 4 stages:
 - a. Preparation Stage

- b. Field Stage
 - c. Laboratory Stage
 - d. Cabinet Stage.
8. The alternatives for the conservation and use of the water resource, you should continue with the evaluation for the efficient use and appropriate distribution of the resource dilutes, but this will depend on the support of the Municipal and Regional Governments, for the construction of hydraulic works as: reservoirs, dams, dikes and irrigation canals.

Keywords: Water characterization, irrigation, microwatershed, river, creek and tributary.

PRESENTACIÓN

El presente trabajo de investigación, es del tipo descriptivo y transversal corresponde al análisis de las aguas, con fines de riego para incrementar la producción agrícola.

Nuestra inquietud responde por documentar y conocer de cerca la caracterización de las aguas, con fines de riego de la microcuenca de Paucartambo del distrito de Paucartambo – Pasco, nos llevó a investigar con interés, para la obtención de datos cuantificables que permiten incorporarse en programas de riegos y selección de aguas para riego.

Sin duda nuestro aporte, servirá como referente para la toma de decisiones en la construcción de canales de riego en el ámbito de toda la microcuenca del río Paucartambo, zona eminentemente agrícola.

Con respeto y estima.

Los tesisistas.

ÍNDICE

DEDICATORIA

RECONOCIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

PRESENTACIÓN

ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II.....	3
MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 Antecedentes de estudio.....	3
2.2 Bases teóricas.....	3
2.2.1 Importancia del agua:.....	3
2.2.2 Ciclo del agua:.....	4
2.2.3 El agua como recurso natural:.....	5
2.2.4 El Agua en el suelo:.....	6
2.2.5 Contaminación del agua:.....	7
2.2.6 Contaminación de los ríos y lagunas:.....	100
2.2.7 Aguas recomendables y no recomendables para riego:.....	100
2.3 Definición de términos básicos.....	12
CAPÍTULO III.....	13
METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	13
3.1 Tipo de investigación.....	13
3.2 Método de investigación.....	13
3.2.1.1 Ubicación geográfica de la microcuenca Paucartambo.....	13
3.2.1.2 Ubicación agroecológica de la microcuenca paucartambo.....	14
3.3 Población y muestra.....	15
3.3.1 Población:.....	15
3.3.2 Muestra:.....	15
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.4.1 Materiales cartográficos:.....	15

3.4.2 Materiales de campo:	15
3.4.3 Materiales de gabinete:	16
3.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos	16
3.5.1 Etapa de preparación:	16
3.5.2 Etapa de campo:	16
3.5.3 Etapa de laboratorio:	17
3.5.4 Etapa de gabinete:	18
3.6 Orientación ética.....	21
CAPÍTULO IV	22
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	22
4.1 Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	22
4.1.1 Caracterización de la microcuenca de Paucartambo.....	22
4.1.2 Resultados de análisis físico – químico de las microcuencas hidrográficas del río Paucartambo:	26
4.1.3 Interpretación de resultados del análisis físico-químico de las aguas de la microcuenca hidrográfica de Paucartambo.....	32
4.1.4 Interpretación de resultados del análisis de agua en no metales..	38
4.1.5 Calidad de Agua para riego.....	39
4.1.6 Familias hidroquímicas de la Aguas muestreadas.....	42
4.1.7 Diagrama de Piper.....	46
4.1.8 Interpretación del diagrama de clasificación de aguas de río según normas de Reverside.....	48
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Las plantas serían incapaces de producir alimentos y de crecer sin el agua. El agua es una molécula formada por 2 átomos de hidrógeno (H) y uno de oxígeno (O) por lo que su fórmula química es H_2O . El agua configura la mayor parte de nuestro globo. Todas las formas de vida dependen del agua y se pueden decir literalmente que nada en ella. En el Perú y en muchos países que aún tienen una economía basada en la agricultura, la población viene creciendo aceleradamente y sobrepasa la capacidad de producción de alimentos originándose como consecuencia una presión demográfica sobre la escasez de agua aprovechable, originándose desajustes sociales, económicos y ambientales, que si no se toman medidas precisas pueden llegar a niveles desastrosos.

En el país sobre todo en los valles alto andinos de la sierra peruana existen abundantes cantidades de aguas de ríos, cataratas, lagunas, manantiales y riachuelos que muchas veces de ellas están siendo contaminados por las empresas dedicadas a la explotación minera, a la vez éstas son utilizadas para el riego en la agricultura. Además, existen un uso irracional de aguas por falta de infraestructura de riego, uso de prácticas de riego deficientes, factores que están incidiendo en una degradación de suelos agrícolas, como consecuencia una merma considerable en los principales cultivos alimenticios, que son la base para el desarrollo agrícola.

Las fuentes de agua en la microcuenca de Paucartambo son los riachuelos, ríos y lagunas, los cuales son utilizados para agua potable, riegos en agricultura, otros usos industriales y energía hidroeléctrica, los cuales representan

negativamente sobre los seres vivos. Al hacer el estudio de las aguas de la microcuenca de Paucartambo nos permitió conocer sus características del contenido de sustancia orgánica e inorgánica, los cuales han de servir para implementar planes de manejo de aguas de riego para el futuro y dar la conservación y uso racional de este líquido elemento sea más sostenible.

Los objetivos que se tuvo con este experimento fueron los siguientes: determinar las características físicas y químicas de las aguas de la microcuenca de Paucartambo, clasificar las aguas de acuerdo a su uso agrícola y elaborar el mapa de clasificación de aguas de las microcuencas de Paucartambo, de acuerdo a su ubicación en la zona.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de estudio

Se tiene como referencia el INFORME DE COMISION DE TRABAJO – CONTAMINACIÓN DEL SECTOR RURAL (1995), en los valles y zonas alto andinas de la sierra peruana, existen fuentes permanentes de recursos hídricos, pero que la mayoría son contaminadas por actividades mineras y son utilizados para riego de la agricultura sin ningún tratamiento.

En el INFORME DE LA AGENCIA AGRARIA DEL DISTRITO DE PAUCARTAMBO (2012), mencionan que las aguas de la microcuenca de Paucartambo llevan como componentes sustancias tóxicas (minerales pesados procedentes de la minería artesanal del C. P. de Acopalca, desagües de las viviendas y del camal municipal de Paucartambo), el cual es usado para riego en sus campos de cultivo.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Importancia del agua:

ALTAMIRANO DELGADO (1994), manifiesta que, en muchas zonas del país, el agua de los ríos y lagos permite la vida de cientos de animales, también es utilizado para los riegos de campos agrícolas, a la vez origina fuentes de trabajo cuando el hombre utiliza en granjas piscícolas, en donde se crían peces para consumo. Debido a la contaminación de los ríos y lagos, valiosas especies acuáticas han desaparecido, es más que han afectado a la salud humana, la agricultura y la producción pecuaria.

CARRETERO, et al (2003), indican que el agua es unos de los principales factores que influyen en el desarrollo de las plantas. La interacción existente

entre la luz recibida, las temperaturas, el suelo y el agua son los valores que van a servirnos de guía para elegir los cultivos más adecuados en nuestro ambiente. BRACK (2010) indica que el agua que encontramos en los riachuelos, ríos, lagos y mares tienen disueltos diversos elementos minerales y orgánicos que le dan el sabor, el color y también las propiedades curativas.

2.2.2 Ciclo del agua:

CARRETERO, et al (2003), manifiestan que al agua podemos encontrarla en muy diversas formas dentro de la biósfera.

En primer lugar, el agua forma parte del aire que respiramos, como un elemento más de su composición, en forma de vapor. Este vapor podemos medirlo por la humedad relativa que existe en el ambiente, cuando el vapor de agua satura la atmósfera se dice:

Que la humedad relativa es del 100%. El agua también se encuentra en la atmósfera formando nubes que son altas concentraciones de micro gotas de agua transportadas por el viento. También en la atmósfera los encontramos en forma de niebla que no es otra cosa que nubes bajas.

Las nubes descargan el agua sobre la tierra como lluvia, nieve, granizo; y una parte se mueve sobre ella por escorrentía superficial, dando lugar a regreso a los arroyos y ríos. El agua que realiza este movimiento se estudia en la hidrografía. Otra parte del agua se evapora directamente, pasando a formar parte de las nubes. Otra parte se infiltra en el terreno, el agua infiltrada, una parte queda retenida en el propio suelo formando parte del mismo o encerradas en sus estructuras.

El resto del agua drena hacia las capas inferiores hasta llegar a los niveles freáticos donde se mueve en los acuíferos subterráneos, éstos acuíferos son

prácticamente ríos subterráneos. El agua de los acuíferos sale al exterior por los manantiales o por la extracción antrópica mediante pozos.

El calentamiento que provocan los rayos del sol en los océanos, produce evaporación. El vapor del agua sube por causa de los vientos y las corrientes ascendentes de aire cálido. Parte del vapor de agua se condensa y regresa directamente al océano en forma de lluvia. ¿Y a la tierra? Se precipita en forma de lluvia, nieve o granizo. Gran parte de esa precipitación se re evapora rápidamente por acción del sol. Otra cantidad humedece el suelo, donde es absorbida por las plantas y regresa al aire a través de la transpiración o evapotranspiración. Otra parte fluye sobre la superficie terrestre como agua superficial en forma de arroyos y ríos; y otra parte de la lluvia y nieve fundida se filtra por el suelo formando el agua subterránea, que se observa en la figura 1.



Figura 1: ciclo del agua

2.2.3 El agua como recurso natural:

BRAC K (2010), Indica que el agua es un producto que nos da la naturaleza y que es de vital necesidad y utilidad para la agricultura, los alimentos, la vida diaria, etc., por tanto, es un recurso natural por regenerarse

continuamente en el ciclo de agua que consiste en la evaporación y las precipitaciones.

2.2.4 El Agua en el suelo:

CARRETERO et al (2003), indican que el agua que más nos interesa es la que se encuentra en la fracción del suelo que puede ser habitada por las plantas donde encontramos.

Agua gravitacional: que son pequeñas gotas de agua que quedan entre los pozos de la tierra y que pueden moverse con facilidad. Este tipo de agua son las que las plantas pueden usar con mayor facilidad. La existencia del agua gravitacional en suelos dependerá de su composición y granulometría. Suelos de gravas o arenas drenarán rápidamente, perdiendo agua gravitacional, sin embargo, suelos con bajos drenajes (arcillosos) retendrán durante mayor espacio de este tipo de agua.

Agua capilar: se encuentra en los capilares del suelo. Los capilares son pequeños poros mucho más pequeños, se diferencian porque ejercen fuerzas de retención al agua, y debidas a la tensión que ejercen las paredes del poro sobre el agua. Este tipo de agua puede ser obtenida por las plantas, siempre que las fuerzas de absorción de las raíces sean superiores a la tensión superficial que se haya generado entre las paredes capilares del suelo.

Agua higroscópica y de constitución: en el suelo existen multitud de sustancias que son capaces de captar agua. Para hacer más estable su situación; el agua se fija a éstas sustancias mediante fuerzas electrostáticas. Estas fuerzas son las suficientemente elevadas como para que las raíces de las plantas no puedan obtenerlas el agua de constitución se ve ligeramente a los materiales de los que forma parte, lo que hace imposible a las plantas su utilización.

2.2.5 Contaminación del agua:

BRACK (2010), indica cuando una persona se lava, o cuando lava ropa, platos o cualquier cosa, genera agua sucia, que va a parar, la mayoría de las veces, al río más cercano, existe o no desagüe. Por ésta razón, millones de niños mueren por enfermedades diarreicas y otras. La introducción de cualquier elemento extraño en curso de agua altera la calidad y cantidad de agua disponible para nuestro consumo.

Además, indica que por sus características y composición podemos clasificar a los contaminantes del agua en:

- a) Biológicos: son los desechos orgánicos, como materia fecal y alimentos, contenidos en las descargas de aguas servidas o la basura arrojada al agua. Si consumimos alimentos regados o lavados con ese líquido, o si bebemos o nos bañamos en agua contaminada, corremos serio peligro de contraer enfermedades infectocontagiosas, como el cólera, la tifoidea la hepatitis u otras.
- b) Químicos: son de procedencia domésticas (desagüe) o industrial (descarga de fábricas, relaves mineros, etc.). pueden ser derivados del petróleo, fertilizantes, plaguicidas, solventes industriales y detergentes, entre otros. Se caracterizan porque se mantienen en el agua y no son biodegradables. Pueden producir destrucción de la cadena alimenticia de la fauna hidrobiológica y mortandad de especies, como el caso del plomo y el cadmio (proveniente de la gasolina o las pilas), son incorporados a nuestro organismo al consumir carnes de animales que consumieron agua con éstos contaminantes.
- c) Físicos: Al agua llegan partículas que puedan haber estado en el aire, lo mismo que líquidos calientes que alteran la temperatura del agua. Así mismo pueden llegar relaves mineros y residuos industriales líquidos, entre otros, que

producen mortandad de especies y, en algunos casos (como residuos de industrias pesqueras).

ALTAMIRANO (1994), sostiene que a lo largo del tiempo el hombre ha alterado su entorno, su medio ambiente, originando desequilibrio en el mundo. Este medio ambiente necesita orden, respeto y consideración, sin embargo comprobamos que ese equilibrio natural ha sido roto por el hombre, ya sea por ignorancia, ambición o en su afán de superación: "El mal llamado desarrollo". El mismo autor indica que en éstos últimos años se vive la escasez del agua, además de escasa está contaminada. Las causas principales según el especialista Brack (2003) se debería a la explosión demográfica y al desarrollo industrial.

Indica que la explosión demográfica es el crecimiento vertiginoso, que trae como consecuencia el crecimiento de decenas de asentamientos humanos y donde la ciudad no está suficientemente preparada para poder brindar los servicios básicos como son agua y desagüe. Al aumentar la población aumentan los residuos orgánicos (basura, excretas) que son arrojados a las vías contaminadas.

Las industrias cercanas a la ciudad arrojan sustancias altamente tóxicas a las aguas de los ríos envenenándolos. El río Mantaro, por ejemplo, recibe altas concentraciones de contaminantes provenientes de las minas de Cerro de Pasco por diversos minerales, éstas aguas contaminadas terminan dañando la vida silvestre del Lago Junín y por ende minimizan los beneficios que éstos ofrecen. En caso de la selva peruana la contaminación por residuos de petróleo y la explotación aurífera informal, es un peligro latente y activo para miles de

especies y por ende para el poblador ribereño, cuyo alimento principal es el pescado y animales del monte.

INFORME DE COMISION DE TRABAJO – CONTAMINACIÓN DEL SECTOR RURAL (1995), mencionan que las aguas del río San Juan, posee un alto grado de Manganeso (Mn). El tajo abierto de Cerro de Pasco, Colquijirca, son factores de deterioro ambiental, debido a la contaminación minera, entonces afecta a los pastos naturales o cultivados, a la agricultura. Los riachuelos que están siendo contaminados en las localidades de Paragsha: Tingo Palca, Anasquisque hasta Salcachupan; Pucayacu: San Miguel, La Quinoa, Chicrin, Cajamarquilla, La Aurora, Malauchaca y Huariaca.

VIZCARRA (1982), Indica que en 1970, en estudios sobre los efectos ambientales ocasionados por la fundición de la Oroya, evidenciaron que los gases de SO₂ afectaban la vegetación en un área estimada de 30,200 hectáreas. Estos daños eran causados por a la emisión de dióxido de azufre (SO₂), plomo y arsénico, cuyos indicadores más evidentes eran la aparición de especies indeseables, de pastos con altos índices de toxicidad, que no solo afectan al ganado que lo consume, sino también, al organismo humano a través del consumo de carne y otros productos.

LABOR (1994), menciona referente al agua que por el color amarillento que presenta el agua, podemos detectar un contenido metálico. El mismo que destruye los dientes (las personas que viven alrededor de las ciudades de oroya, Cerro de Pasco presentan un alto porcentaje de caries y caída dental) de los niños y de la población en general.

2.2.6 Contaminación de los ríos y lagunas:

MENDOZA (1994), indica que una de las principales formas de afectar las posibilidades de producción agropecuaria es limitándolo de sus fuentes hidráulicas de riego, e inutilizando las tierras que se ubican a las riveras de ríos y lagos. Esto es lo que acontece en la zona alto andina, la mayoría de las fuentes hídricas se encuentran contaminados principalmente por el laboreo metalúrgico. QUINTANILLA, et al (1993), indica que para comentar esta parte del estudio, tomamos como fuente bibliográfica el informe de investigación de la Universidad Nacional “Daniel Alcides Carrión” denominado “Contaminación de ecosistemas acuáticos de la región”. Si bien es cierto que la minería estimula el desarrollo económico industrial del país, también es notorio que la explotación inadecuada de los recursos mineros trae consigo la mortalidad y extinción de las comunidades bióticas, acuáticas, las aguas se tornan inservibles para consumo doméstico y actividades agropecuarias. Las fuentes de contaminación de ríos y lagunas de nuestro medio, se resumen:

- a) Origen natural: son materiales sólidos de arrastre por la circulación y/o crecimiento del agua.
- b) Origen de aguas servidas urbanas: procedentes de ciudades y lugares poblados que desaguan en ríos y lagunas.
- c) Origen minero metalúrgico: son los relaves por la elaboración de concentrados, aguas de procesamiento de minerales y escoria de fundición. Estas fuentes traen consigo contaminación de tipo químico, físico y biológico, en todo el ecosistema acuático de la región.

2.2.7 Aguas recomendables y no recomendables para riego:

CANOVAS (1990), distingue tres clases de aguas:

A. Aguas buenas: son utilizables siempre y son las que poseen todas y cada uno de las siguientes especificaciones:

- Total de sólidos disueltos (T.S.D.), no superior a 0.5 gr/l (equivale aproximadamente a 7800 micromhos/cm).
- Contenido en boro: menos de 0.33 mg/l.
- Índice de carbonato sódico residual: debe ser menos de 1.25 meq/l.
- Relación de calcio: mayor de 0.35

B. Aguas malas: son las que tienen las siguientes especificaciones:

- Total, de sólidos disueltos (T.S.D.), mayor a 12 gr/l (equivale aproximadamente a 2000 micromhos/cm).
- Contenido en boro: más de 3.75 mg/l.
- Índice de carbonato sódico residual: 2.5 meq/l.
- Relación de calcio: menor de 0.35

C. Aguas dudosas: debe ir con estudio de los siguientes aspectos:

- Suelo: permeabilidad, capacidad de campo, drenaje natural y naturaleza del complejo absorbente, salinidad, contenido de yeso y carbonato de calcio no irrigados.
- Clima: características ombrotérmicas (lavado en profundidad mediante aguas de lluvia).
- Planta: resistencia a la salinidad de las presentes especies vegetales.
- Acondicionamiento del terreno: calidad de la nivelación y del drenaje, sistema de riego, cubiertas protectoras, enmiendas, abonado.

2.3 Definición de términos básicos

2.3.1 Caracterización: Según la RAE (Real Academia de la Lengua Española), la caracterización es, 1. tr. Determinar los atributos peculiares de alguien o de algo, de modo que claramente se distinga de los demás.

Es ahí donde reside el aspecto de la caracterización. No sólo en la capacidad de reproducir ciertos patrones, sino en saber detectar aquellos aspectos que son importantes para asemejarse a un modelo.

2.3.2 Agua: Según la RAE (Real Academia de la Lengua Española), el agua es, Sustancia líquida inodora, incolora e insípida en estado puro.

2.3.3 Riego: Según la RAE (Real Academia de la Lengua Española), el riego es, 1. m. Acción y efecto de regar. 2. m. Agua disponible para regar. 3. m. Sistema o instalación para regar.

2.3.4 Microcuenca: Según la RAE (Real Academia de la Lengua Española), la microcuenca es, f. Territorio cuyas aguas afluyen todas a un mismo río, lago o mar.

2.3.5 Rio: Según la RAE (Real Academia de la Lengua Española), el rio es, m. Corriente de agua continua y más o menos caudalosa que va a desembocar en otra, en un lago o en el mar.

2.3.6 Riachuelo: Según la RAE (Real Academia de la Lengua Española), el riachuelo es, 1. m. Río pequeño y de poco caudal.

2.3.7 Afluente: Según la RAE (Real Academia de la Lengua Española), el afluente es, 1. adj. Que afluye. 2. m. Arroyo o río secundario que desemboca o desagua en otro principal.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de investigación

El presente estudio de investigación corresponde al tipo de investigación descriptivo y transversal.

3.2 Método de investigación

De recolección de muestras y posterior análisis de laboratorio e interpretación de información - resultados, bajo la forma de “fases” sucesivas, los cuales se agruparon en cuatro “etapas”; etapa de preparación, etapa de campo, etapa de laboratorio y etapa de gabinete.

3.2.1 Periodo y lugar donde se desarrolló la investigación

3.2.1.1 Ubicación geográfica de la microcuenca Paucartambo

El presente trabajo de investigación se realizó en la microcuenca del río Paucartambo, en el distrito de Paucartambo de la Provincia y Región Pasco, considerando desde Poczogan en la unión del río Atapaypan con el río Huagaychan hasta el lugar denominado puente Huallamayo; donde el río principal de Paucartambo está formado por riachuelos afluentes que lo alimentan, de donde se han obtenido muestras de 30 puntos. Los trabajos de campo se realizaron durante los meses de Setiembre, octubre y noviembre del 2014.

Esta microcuenca delimita por el:

- Este: con el distrito de Ulcumayo.
- Oeste: Con el distrito de Ninacaca.
- Norte: con el distrito de Huachón.
- Sur: con el distrito de Ulcumayo.

3.2.1.2 Ubicación agroecológica de la microcuenca paucartambo

La microcuenca de Paucartambo, conocido en estos últimos tiempos, como el Valle agrícola e hidroenergética, se encuentra ubicado en la parte oriental de la provincia de Pasco, en las regiones Yunga, quechua, Suni y Puna (Jalca). Su capital Paucartambo, se encuentra a 96 km de Cerro de Pasco. Su altitud comprende desde 1,700 m.s.n.m. hasta los 4,300 m.s.n.m., su superficie abarca 704.33 km² y comprende las siguientes coordenadas geográficas:

- Latitud sur: 10° 46' 13"
- Longitud oeste: 75° 48' 39"
- Precipitación promedio anual: 850 mm.
- Temperatura promedio: 12-13°C
- Producción agropecuaria: maíz, papa, legumbres, etc.
- Producción ganadera: vacunos, ovinos, porcinos, equinos, alpacas y llamas.
- Producción minera: es la más importante actividad económica del departamento, más no del distrito. Se explotan plomo, plata, zinc, cobre y gran cantidad de metales finos que se emplean en la industria electrónica.
- Producción hidroenergética: la represa de Yuncán es su principal aporte a nivel energético en la región Pasco y a nivel centro del Perú.

El clima es variado: frío seco en las partes altas, con temperaturas bajas en la noches y clima templado en las partes bajas, se alternan con días soleados y alta humedad atmosférica por las constantes nubosidades, zona de vida natural Bosque húmedo Montano Tropical (bh-MT).

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población:

La población estuvo constituida por las aguas de ríos y riachuelos afluentes de la microcuenca de río Paucartambo, en el ámbito del distrito de Paucartambo, que en el croquis se indica su inicio en Poczogan (unión del río Atapaypan con el río Huaracan) hasta el lugar denominado puente Huallamayo, cuya distancia aproximada es de 33.85 Km.

3.3.2 Muestra:

La muestra estuvo constituida por 30 puntos de o estaciones, de dichos puntos se extrajo las muestras, los cuales están enmarcadas en el croquis respectivo, luego las muestras han sido enviadas al laboratorio de análisis de suelo y aguas de la Universidad Nacional Agraria La Molina – Lima.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Materiales cartográficos:

- Cartas nacionales a escalas 1:100 000
- Hoja 22-K Cerro de Pasco.
- Mapa Ecológico del Perú, escala 1:100 000

3.4.2 Materiales de campo:

- Libreta de campo
- Muestreador de agua
- Wincha de 50 metros
- Frascos de plásticos de capacidad de 500 ml para recolección de muestras de agua.
- Un altímetro
- Un GPS

- Cámara fotográfica
- Bolígrafos y lápices
- Etiquetas para identificación de muestras.

3.4.3 Materiales de gabinete:

- Un escalímetro
- Una computadora
- USB y CD.
- Útiles de escritorio y dibujo.

3.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.5.1 Etapa de preparación:

En esta etapa se realizaron las siguientes acciones:

- Reconocimiento y análisis de la información existentes sobre hidrología, ecología, climatología, edafología y vegetación natural en la zona.
- Selección de material cartográfico y aerofotográfico.
- Ubicación tentativa de los puntos de muestreo de aguas.

3.5.2 Etapa de campo:

- Reconocimiento general del área en estudio para determinar los puntos de muestreo en el curso de los ríos y riachuelos dentro de la microcuenca de Paucartambo.
- Se realizó la recopilación de los datos meteorológicos de precipitación y temperatura de 5 años anteriores al estudio, que ha sido proporcionado por la oficina de Administración Técnica de Riego – Pasco (2010).

- Ubicación de puntos fijados en el croquis, descripción, toma de muestras para su caracterización.

3.5.3 Etapa de laboratorio:

En ésta etapa se procedió a la preparación de las muestras colectadas y se realizaron los análisis indicados en el cuadro 01.

Cuadro N° 01: Análisis de agua con fines de agricultura y de alimentación.

Análisis de agua de rutina.

N° Laboratorio:

N° de campos:	
Ph	
C.E.	ds/m
Calcio	meq/l
Manesio	meq/l
Potasio	meq/l
Sodio	meq/l
SUMA DE CATIONES	
Nitratos	meq/l
Carbonatos	meq/l
Bicarbonatos	meq/l
Sulfatos	meq/l
Cloruros	meq/l
SUMA DE ANIONES	
Sodio	%
RAS	
Boro	ppm
Clasificación	

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, aguas y plantas-UNA La Molina.

3.5.4 Etapa de gabinete:

En ésta etapa se realizó la tabulación y el procesamiento de la información obtenida tanto en la fase de campo como en la fase de laboratorio, luego se determinaron los datos de las aguas de los ríos y riachuelos de acuerdo al grado de sus contenidos y en seguida se redactó el informe final.

A. Estaciones de muestreo: están determinadas desde el primer monitoreo que se realizó en la zona.

Tabla N° 01: Ubicación de las estaciones de muestreo de la microcuenca del río Paucartambo.

Estación	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Ubicación de los puntos	Descripción del lugar
1	02-10-2014	10-12 m	A 30 m de toma de captación	Huambrac
2	02-10-2014	10-12 m	A 20 m de la unión con el R. Paucartambo	Puente Huallamayo
3	02-10-2014	10-12 m	A 50 m antes del puente Huallamayo	Puente San Juan
4	02-10-2014	10-12 m	A 300 m antes del encuentro con R.Paucartambo	Muya
5	02-10-2014	10-12 m	A 300 m de la unión de los dos ríos	Unión R. HuambracR.Ptbo
6	02-10-2014	10-12 m	A 40 m antes del R. Ptbo	R. Loyola
7	02-10-2014	10-12 m	A 40 m antes del R. Ptbo	Chillaypaccha
8	02-10-2014	10-12 m	A 300 m antes del U. Rio Ptbo	Chillaypaccha
9	02-10-2014	10-12 m	A 20 m antes U.T. Ptbo	R. ChillaypacchaAgamarca
10	02-10-2014	10-12 m	A 300 m antes U.RíoPtbo.	U. Buenos Aires R. Ptbo.
11	02-10-2014	10-12 m	A 50 m antes del R. Ptbo	R. Buenos Aires

12	02-10-2014	10-12 m	A 300 m antes del R. Ptbo.	R. Shillaragra
13	02-10-2014	10-12 m	A 60 m antes del R. Ptbo	R. Shillaragra-Aco
14	02-10-2014	10-12 m	A 60 m antes del R. Ptbo	R. Sexepata-Aco
15	02-10-2014	10-12 m	A 300 m antes del R. Ptbo.	U. Sexepataa-R.Ptbo.
16	02-10-2014	10-12 m	A 300 m antes del R. ptbo.	R. Pumaranca
17	02-10-2014	10-12 m	A 60 m antes del R. Ptbo.	R. Moyobamba
18	02-10-2014	10-12 m	A 300 m antes del Río Ptbo.	U. Maycor con R. Ptbo.
19	02-10-2014	10-12 m	A 50 m antes de U. R. Ptbo.	Cepocho – Aco
20	02-10-2014	10-12 m	A 20 m antes del R. Ptbo	R.Pumarauca
21	02-10-2014	10-12 m	A 300 m antes del R. Ptbo	R.Ñamcay
22	02-10-2014	10-12 m	A 40 m antes del R. Ptbo	U.Ñamcay-R. Ptbo
23	02-10-2014	10-12 m	A 60 m antes del R. Ptbo	R. Maycor
24	02-10-2014	10-12 m	A 300 m antes del R. Ptbo	R. Ishag
25	02-10-2014	10-12 m	A 300 m antes del R. Ptbo.	U. Callahuayin con R. Ptbo
26	02-10-2014	10-12 m	A 50 m antes del R. Ptbo.	R. Callahuayin
27	02-10-2014	10-12 m	A 300 m antes del R. Ptbo.	R. Atapaypan-Huagaychan
28	02-10-2014	10-12 m	A 20 m antes del R. Ptbo.	R. Atapayan-Ptbo.
29	02-10-2014	10-12 m	A 70 m antes del R. Ptbo.	R. Ninabamba
30	02-10-2014	10-12 m	A 100 m antes del R. Paucartambo	Huagaychan-Ptbo,

B. Análisis en Laboratorio: Los análisis se realizaron en el laboratorio de aguas, suelo de la Universidad Nacional Agraria La Molina – Lima.

Los parámetros seleccionados son los indicados para ver la calidad de agua para su uso agrícola según el plan de estudio de monitoreo.

Además, se ha tomado en cuenta las actividades que se realizan en zona de estudio.

Los análisis en laboratorio (tabla N° 02) que se realizaron a las muestras de agua comprende:

Tabla N° 02: Tipo de análisis y parámetros.

Análisis	Parámetros
Físicos	<ul style="list-style-type: none">- pH- Conductividad- Turbidez
Cationes	<ul style="list-style-type: none">- Calcio (Ca)- Magnesio (Mg)- Sodio (Na)- Potasio (K)
Aniones	<ul style="list-style-type: none">- Cloruro (Cl)- Sulfatos (SO₄)- Bicarbonato (HCO₃)- Carbonatos (CO₃)- Nitrato (NO₃)- Boro (B)

C. Criterios de evaluación:

La calidad de agua se regula mediante criterios y normas nacionales sugeridas y la guía sudafricana para la calidad de agua para agricultura y bebidas de animales. Los valores obtenidos del análisis sirven como señal para que cuando los estándares de calidad de agua para uso agrícola establecidos mediante valores límite máximo permisible (LMP) se sobrepasa o no cumplan, se investiga la causa y se consulta a

autoridades responsables de salud pública ya que son perjudiciales para la salud o causan rechazo de los consumidores.

D. Agua para agricultura y bebidas para animales:

Se compara los valores de agua clase III (agua para riego y bebida de animales) de la ley peruana vigente (D.L. N° 17752 y sus modificaciones respectivas). Dado que no existen estándares internacionales para este caso, se confrontó lo sugerido con las normas sudafricanas para agricultura y ganadería en este sentido éstos valores se deben tomar en forma referencial pues adicionalmente es necesario tener mayor información con respecto a la clase de suelo, tipo de cultivo, etapa de crecimiento, tipo de regadío, etc., para poder indicar una sugerencia más sólida.

Tabla N° 03: Límites de organismo para evaluar la calidad de agua.

Organismo	Tipo	Observación
Ley General de Aguas (1983)	Clase III	Aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebidas para animales.
Guía sudafricana de calidad de agua (SA-Agr.)	Agricultura	Diferentes tipos de vegetales cultivables, 1996.
Guía sudafricana de calidad de agua (SA-Gan.)	ganadería	Diferentes tipos de animales pecuarios, ovinos, vacunos, aves de corral, cerdos, etc.

3.6 Orientación ética

Por iniciativa propia y con la autorización de la comunidad campesina del distrito de Paucartambo, del mismo modo se tuvo el consentimiento informado de las personas implicadas.

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.1.1 Caracterización de la microcuenca de Paucartambo.

4.1.1.1 Microcuenca de Paucartambo:

La zona de estudio abarcó desde el lugar llamado Poczogan hasta el lugar de Huallamayo, donde los afluentes principales que desembocan al río Paucartambo, los canales son utilizados por los agricultores como fuente de riego y alimentación. Sus afluentes del río Paucartambo están constituidos de sur a norte a ambos márgenes de la microcuenca.

4.1.1.2. Zona de vida:

Para determinar el tipo de ecosistema en la microcuenca de Paucartambo, se ha utilizado el “sistema de clasificación de zona de vida del mundo” de L.R. Holdridge, el cual define en forma cuantitativa la relación que existe en el orden natural entre los factores principales del clima y la vegetación. Identificando que la microcuenca se halla en la zona de vida bosque húmedo Montano Tropical (bh-MT).

4.1.1.3 Aspectos agropecuarios:

La agrodiversidad en esta microcuenca encontramos una de las especies de ambos márgenes del río Paucartambo.

Cuadro N° 2: agro diversidad.

Flora: - Pastos naturales	Chilhuar, ichu, garbancillo, trébol, grama, muña, chincho. Chilca, malva.
Fauna: - Animales silvestres	Aves: pato silvestre, búho, perdiz, vizcacha, venado, palomas, tórtolas, jilgueros, etc.

Producción agrícola - Cultivos de pan llevar	Papa, maíz, haba, cebada, trigo, arveja, oca, mashua, olluco, etc.
Producción pecuaria - Animales	Ovinos, vacunos, equinos, porcinos, camélidos sudamericanos, animales menores (cuyes, conejos, gallinas, patos)
Producción forestal - Bosques	Eucaliptos, cipreses, pino, quinal, quishuar, alisos.
Producción de frutales	Granadilla, zarzamora, tuna, cereza, durazno, paltos, membrillos.

El cuadro nos muestra la existencia de pastos naturales en grandes extensiones, en menor escala los pastos cultivados. Además, se siembran de cultivos de pan llevar, los cuales están expuestos a las inclemencias del tiempo (heladas y granizadas) que causan daños a éstos cultivos. En el campo pecuario destacan las crianzas de vacunos, ovinos y animales menores. La microcuenca de Paucartambo tiene un clima templado frío por estar en una quebrada donde la vegetación es mayor y densa, donde se puede observar cultivos de maíz, granadillas, hortalizas, leguminosas y plantaciones de eucaliptos, cipreses, pinos en mayor escala.

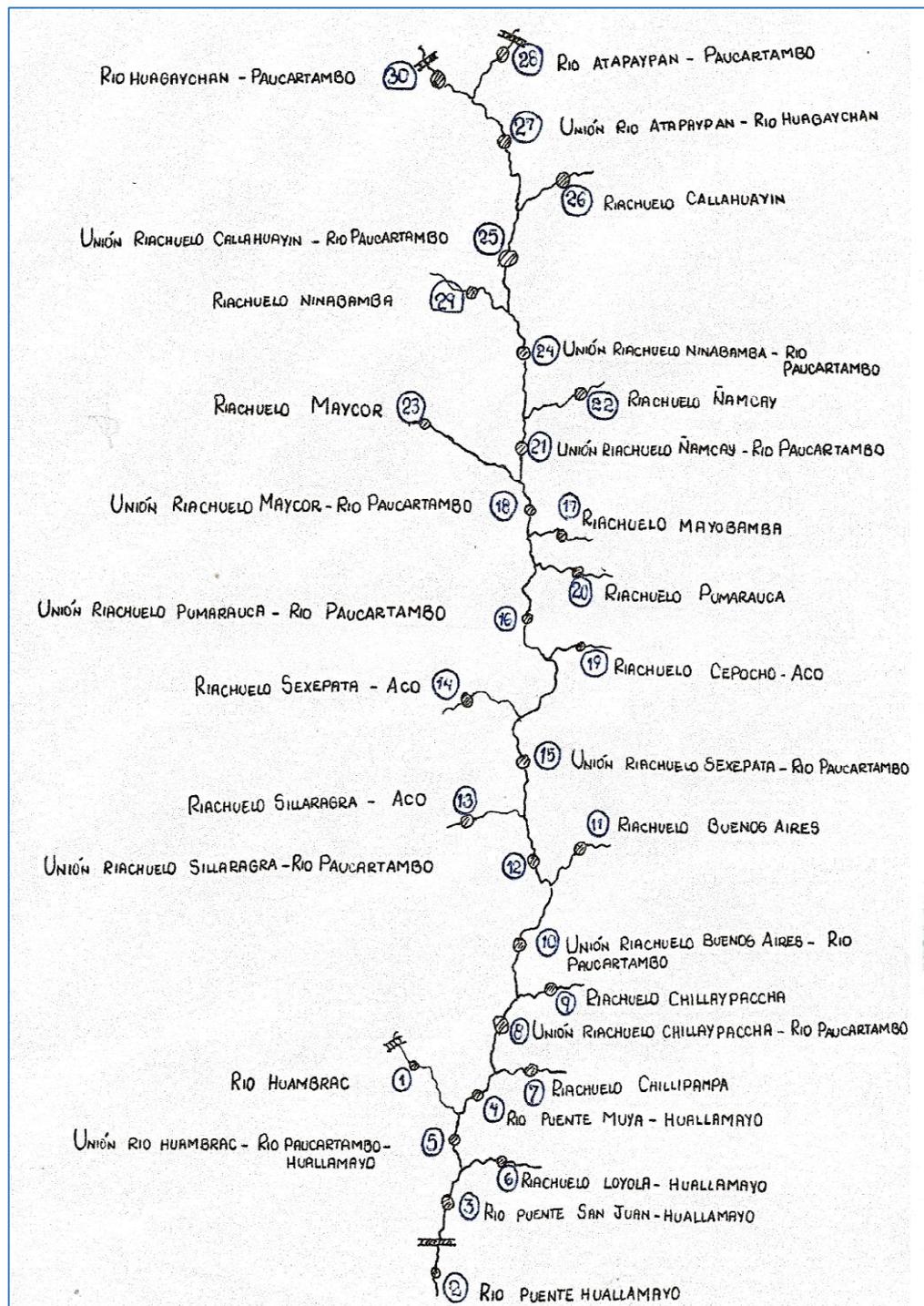
4.1.1.4 Características edafológicas de la microcuenca de Paucartambo:

Los suelos de microcuenca de Paucartambo son de buena calidad. El suelo presente una textura arenosa con matiz arcillosa y limosa, los suelos son permeables, se han originado por procesos aluviales de transportes y sedimentación (coluviales) de naturaleza ígnea. Los suelos son franco arcillosos y arenosos, su reacción es ácida (5.0-6.0), materia orgánica (1.5%), nitrógeno, fósforo (2.80 ppm) y potasio (271 ppm) son bajos.

Las características físicas del suelo son buenas, las fertilidades del mismo son pobres, (Castañeda, 2001). Contando con 50 ha cultivadas en promedio en ambas márgenes, (Informe de la Agencia Agraria Paucartambo - 2014).

4.1.1.5 Puntos de toma de muestras de ríos, riachuelos de microcuenca de Paucartambo.

Mapa 1: croquis de puntos de toma de muestra.



Cuadro N° 3: Puntos de muestreo

Puntos de muestreo		Km	Altitud (m.s.n.m.)
1	R. Huambrac	1.00	2,517
2	Puente Huallamayo	1.50	2,419
3	Puente San Juan	0.50	2,520
4	Riach. Muya	1.50	2,431
5	U. Río Huambrac- R. Ptbo	2.00	2,517
6	R. Loyola	0.90	2,575
7	Chillipampa	1.50	2,585
8	R. Chillipampa	1.00	2,593
9	Chillaypaccha	2.00	2,617
10	Buenos Aires	3.00	2,613
11	R. Buenos Aires	1.00	2,635
12	R. Shillaragra	0.50	2,649
13	Shillaragra-Aco.	0.50	2,656
14	Sexepata-Aco	1.00	2,680
15	Sexepata – R. Ptbo	0.50	2,662
16	R. Pumarauca	0.95	2,693
17	R. Moyobamba	0.50	2,724
18	U.R. Maycor-R.Ptbo	1.00	2,740
19	Cepocho-Aco	0.50	2,672
20	R. Pumarauca	1.50	2,723
21	U. R. Namcay-R.Ptbo	0.50	2,755
22	R. Namcay	0.50	2,770
23	R. Maycor	2.00	2,759
24	R. Ishag	0.50	2,809
25	Callahuayin.R.Ptbo	1.00	2,832
26	R. Callahuayin	1.00	2,849
27	R. Atapaypan	0.50	2,854
28	Atapaypan-R.Ptbo	2.50	2,910
29	R. Ninabamba	0.50	2,848
30	R. Huagaychan-Ptbo	2.00	2,919
TOTAL		33.85	

Fuente: Elaboración de puntos de muestreo

El mapa 1: nos representa el perfil longitudinal del río Paucartambo, que recorre por la misma microcuenca con sus respectivos afluentes, nos describe desde su punto inicial (Huagaychan) hasta su punto final (Huambrac). En su recorrido se puede notar la presencia de pequeñas comunidades conformados por centros poblados, distritos, caseríos y anexos.

Presenta una longitud de 33.85 km (Huagaychan-Huambrac) y la altitud que disminuye. Según su recorrido desde los 2,919 m.s.n.m. hasta los 2,517 m.s.n.m. Los datos que presenta el gráfico mediante distancias y altitudes identificadas en metros sobre el nivel del mar, fueron tomados en los puntos donde se obtuvo las muestras.

4.1.2 Resultados de análisis físico – químico de las microcuencas hidrográficas del río Paucartambo:

Las Muestras recolectadas de los 30 puntos entre ríos y riachuelos, se han obtenido una muestra de cada punto a las 10:00 a.m. hasta las 12:00 m.

Tabla N° 04: Resultados físico –químico de microcuencas hidrográficas de Paucartambo.

N° Laboratorio N° de Campo	771 1	772 2	773 3	774 4	775 5	776 6	777 7	778 8	779 9	780 10	781 11	782 12
pH	7.60	6.90	6.94	6.89	6.83	6.80	6.81	6.86	7.13	6.89	7.01	6.97
CE ds/m	0.6	0.07	0.07	0.07	0.07	0.05	0.07	0.07	0.09	0.07	0.04	0.07
Calcio meq/l	0.38	0.38	0.40	0.38	0.45	0.23	0.25	0.43	0.44	0.40	0.32	0.40
Magnesio meq/l	0.08	0.09	0.10	0.10	0.11	0.13	0.14	0.11	0.26	0.11	0.11	0.11
Potasio meq/l	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02
Sodio meq/l	0.08	0.12	0.12	0.13	0.13	0.02	0.27	0.14	0.29	0.14	0.08	0.12
SUMA DE CATIONES	0.55	0.61	0.63	0.63	0.71	0.44	0.67	0.70	1.02	0.67	0.52	0.65
Nitratos meq/l	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	0.01	0.01
Carbonatos meq/l	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bicarbonatos meq/l	0.67	0.67	0.71	0.71	0.70	0.60	0.76	0.69	0.82	0.68	0.57	0.61
Sulfatos meq/l	0.05	0.05	0.08	0.07	0.05	0.09	0.06	0.05	0.10	0.07	0.01	0.09
Cloruros meq/l	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
SUMA DE ANIONES	0.78	0.78	0.85	0.84	0.81	0.75	0.88	0.81	0.97	0.81	0.64	0.76
Sodio %	14.83	19.36	18.95	20.61	18.61	4.12	39.50	20.71	28.80	20.97	16.12	19.19
RAS	0.17	0.24	0.24	0.26	0.25	0.04	0.60	0.28	0.49	0.28	0.18	0.25
Boro ppm	0.05	0.08	0.07	0.09	0.04	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00
Clasificación	C ₁ -S ₁											

N° Laboratorio N° de Campo	783 13	784 14	785 15	786 16	787 17	788 18	789 19	790 20	791 21	792 22	793 23
Ph	6.96	7.16	7.00	6.91	7.15	6.94	7.54	7.23	7.00	6.90	6.96
CE ds/m	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	0.07	0.15	0.08	0.07	0.07	0.08
Calcio meq/l	0.33	0.44	0.44	0.42	0.36	0.43	0.72	0.45	0.39	0.41	0.43
Magnesio meq/l	0.15	0.10	0.11	0.11	0.13	0.11	0.48	0.19	0.11	0.17	0.12
Potasio meq/l	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01
Sodio meq/l	0.37	0.23	0.12	0.12	0.07	0.12	0.36	0.14	0.11	0.08	0.25
SUMA DE CATIONES	0.87	0.78	0.69	0.67	0.57	0.68	1.7	0.79	0.62	0.67	0.81
Nitratos meq/l	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01
Carbonatos meq/l	0.00	0.00	0.00	0.00	.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bicarbonatos meq/l	0.82	0.87	0.68	0.67	0.69	0.65	1.63	0.79	0.66	0.68	0.85
Sulfatos meq/l	0.06	0.04	0.09	0.07	0.04	0.08	0.07	0.02	0.09	0.04	0.03
Cloruros meq/l	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
SUMA DE ANIONES	0.94	0.97	0.83	0.80	0.78	0.79	1.75	0.87	0.81	0.77	0.94
Sodio %	43.03	30.12	17.47	18.54	13.17	18.04	22.83	17.72	18.02	11.65	30.82
RAS	0.76	0.45	0.23	0.24	0.15	0.23	0.46	0.25	0.23	0.14	0.47
Boro ppm	0.00	0.00	0.04	0.02	0.00	0.03	0.02	0.06	0.01	0.00	0.00
Clasificación	C ₁ -S ₁										

N° Laboratorio N° de Campo	794 24	795 25	796 26	797 27	798 28	799 29	800 30
Ph	6.63	6.80	7.45	6.91	6.90	6.84	6.99
CE ds/m	0.07	0.06	0.18	0.06	0.05	0.05	0.07
Calcio meq/l	0.41	0.38	0.97	0.39	0.33	0.30	0.41
Magnesio meq/l	0.09	0.09	0.64	0.10	0.08	0.08	0.09
Potasio meq/l	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02
Sodio meq/l	0.15	0.11	0.25	0.11	0.09	0.13	0.12
SUMA DE CATIONES	0.67	0.60	1.87	0.62	0.51	0.52	0.64
Nitratos meq/l	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
Carbonatos meq/l	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bicarbonatos meq/l	0.62	0.58	1.78	0.60	0.62	0.65	0.64
Sulfatos meq/l	0.07	0.09	0.03	0.08	0.05	0.04	0.09
Cloruros meq/l	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
SUMA DE ANIONES	0.75	0.73	1.88	0.74	0.73	0.75	0.79
Sodio %	22.24	18.34	13.23	17.46	17.41	24.99	18.26
RAS	0.30	0.22	0.28	0.22	0.20	0.30	0.23
Boro ppm	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
Clasificación	C ₁ -S ₁						

4.1.2.1. Límites permisibles: según organismo nacional e internacional (en ppm)

Cuadro Nº 4: límites permisibles de organismos nacional e internacional (expresados en ppm)

Estación	(**)Temp. °C	Cond. Electrica u mhos/cm	(*)pH	Sulfatos mgSO4 2-/L	Nitratos mgNO 3-/L	DBO mg/L	(*)Oxígeno Disuelto mg/L	(*) Caudal L/s	Nitrógeno Amonical mgNH3 N/L	Cianuro Total mgCN-/L	Cianuro wad mgCN-/L	Coliformes Totales NMP/100m L	Coliformes fecales NMP/100m L
Clase III	--	--	6,0-9.0	--	0,10	15	3**	--	--	--	0,100	5000	1000
SA agr.	--	--	6,5-8,4	--	5	--	--	--	--	--	--	--	1
SA gan.	--	--	--	1000	23	--	--	--	--	--	--	--	200

** se debe entender como mínimo

Cuadro Nº 5: límites permisibles de organismo nacional e internacional (expresados en ppm)

Estación	Aluminio total mgAl/L	Arsénico total mgAs/L	Bario total mgBa/L	Berilio total mgBe/L	Cadmio total mgCd/L	Calcio total mgCa/L	Cobalto total mgCo/L	Cobre total mgCu/L	Cromo total mgCr/L	Estaño total mgSn/L	Estroncio total mgSr/L	Hierro total mgFe/L	Magnesio total mgMg/L	Manganeso total mgMn/L
Clase III	--	0,2	--	--	0,05	--	--	0,50	1	--	--	1	--	--
SA agr.	--	0,1	--	0,1	0,01	--	0,05	0,1	0,1	--	--	5	--	0,02
SA gan.	--	1,000	--	--	0,01	1000	1,000	1,0	1,0000	--	--	10	500	10

Cuadro N° 6: límites permisibles de organismo nacional e internacional (expresados en ppm)

Estación	Mercurio total mgHg/L	Molibdeno total mg Mo/L	Niquel total mgNiV/L	Plata total mgAg/L	Plomo total mgPb/L	Potasio total mgK/L	Sodio total mgNa/L	Talio total mgTI/L	Titanio total mgTi/L	Vanadio total mgV/L	Zinc total mgZn/L
Clase III	0,01	--	0,001	--	0,1	--	--	--	--	0,1	25,0
SA agr.	0,002	0,01	--0,2	--	0,2	--	70	--	--	1,0	1,0
SA gan	0,002	0,01	1,0	--	0,1	--	2000	--	--	--	20,0

Cuadro N° 7: límites permisibles de organismo nacional e internacional (expresados en meq/l)

Estación	Cond. Electricaumhos/cm	(*) pH	Sulfatos meqSO42-/L	Nitratos meq NO3-/L	Calcio total meq Ca/L	Magnesio total meqMg/L	Sodio total MeqNa/L	Potasio Total meq K/L
Clase III	--	6,0-9,0	--	0,01613	--	--	--	--
SA agr.	--	6,5-8,4	--	0.081	--	--	3.04	--
SA gan	--	--	20.83	0.37	50	41.66	86.95	--

Cuadro N° 8: límites permisibles de organismo nacional e internacional (expresados en mg/l)

Estación	Boro total mgTI/L	Hierro total mgFe/L	Plomo Total mg Pb/L	Cadmio total mgCd/L	Cromo total mgCr/L
Clase III	--	1.00	0,1	0,05	1
SA agr.	0,5	5.00	0,2	0,01	0,1
SA gan	5	10.00	0,1	0,01	1,000

4.1.3 Interpretación de resultados del análisis físico-químico de las aguas de la microcuenca hidrográfica de Paucartambo.

4.1.3.1 Potencial de iones hidrogeno (pH):

Los valores de pH fluctuaron entre 6.63 y 7.94, La Ley General de Agua (LGA) establece rangos de pH de 6.0 y 9.0, por lo que se puede decir que dichos valores registrados en las estaciones de muestreo cumplen con la normatividad vigente. Los menores valores se registraron en los riachuelos de Loyola y Ninabamba (6.63 y 6.80 de pH) (794), y registrando mayor valor en el riachuelo Huambrac y CepochoAco (7.54 y 7.60 de pH), (771), que generalmente no es un índice demasiado importante en la calificación de aguas.

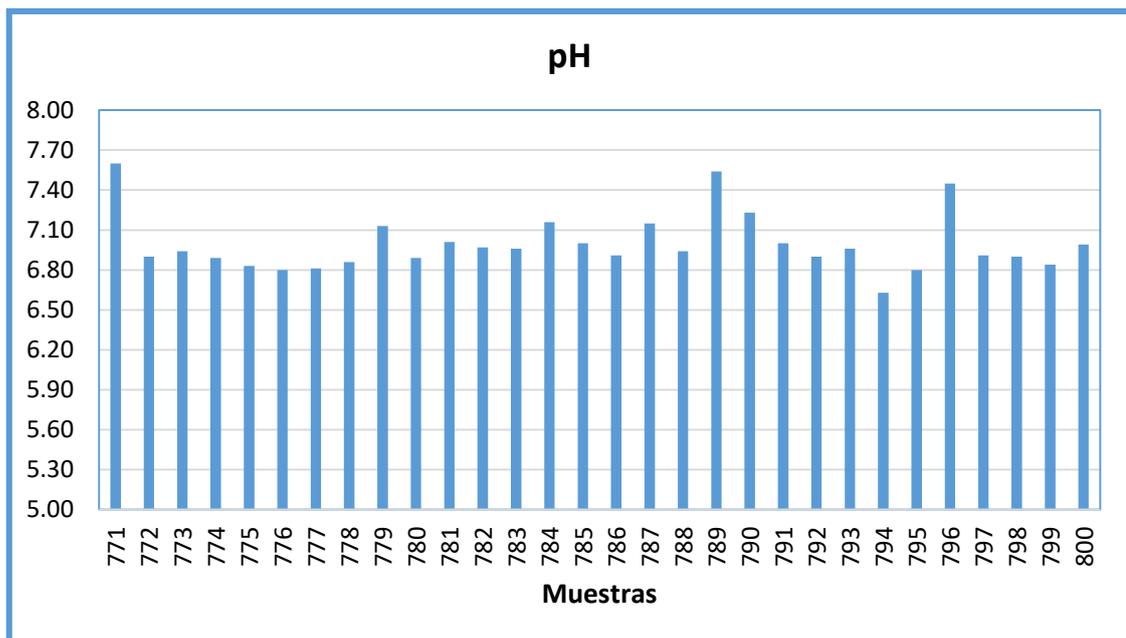


Gráfico N° 1: potencial de iones hidrogeno (pH).

4.1.3.2 Conductividad Eléctrica (dS/m):

La conductividad eléctrica registrada en las estaciones se halla con menor valor de 0.04 y 0.05 en los riachuelos de Buenos Aires – Aco y Ninabamba (781-799), y con mayor conductividad eléctrica 0.15-0.18, en los

riachuelos de Cepocho -Aco y Callahuayin (789-796), lo que indica que el contenido de sales solubles es bajo. Para riego y bebidas para animales estos valores registrados no causan mayores efectos. Estos valores están debajo del límite permisible (1.500-2.000 ds/m), pues las aguas excesivamente salinas pueden dar lugar a quemaduras en las hojas de los cultivos, pero las aguas estudiadas sus contenidos de sale solubles son bajos, por ende es recomendable para riego de cultivos y bebidas de los animales.

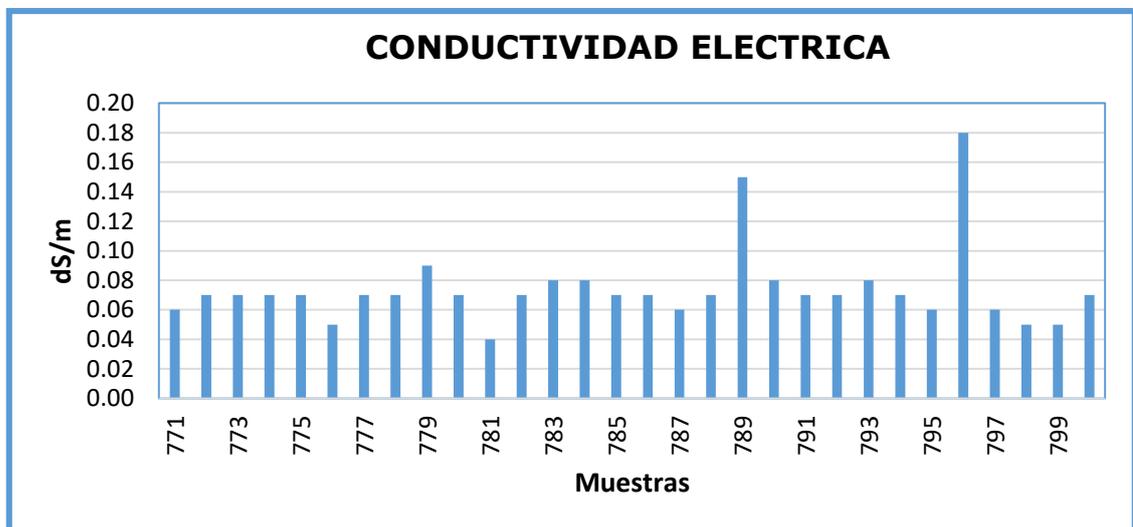
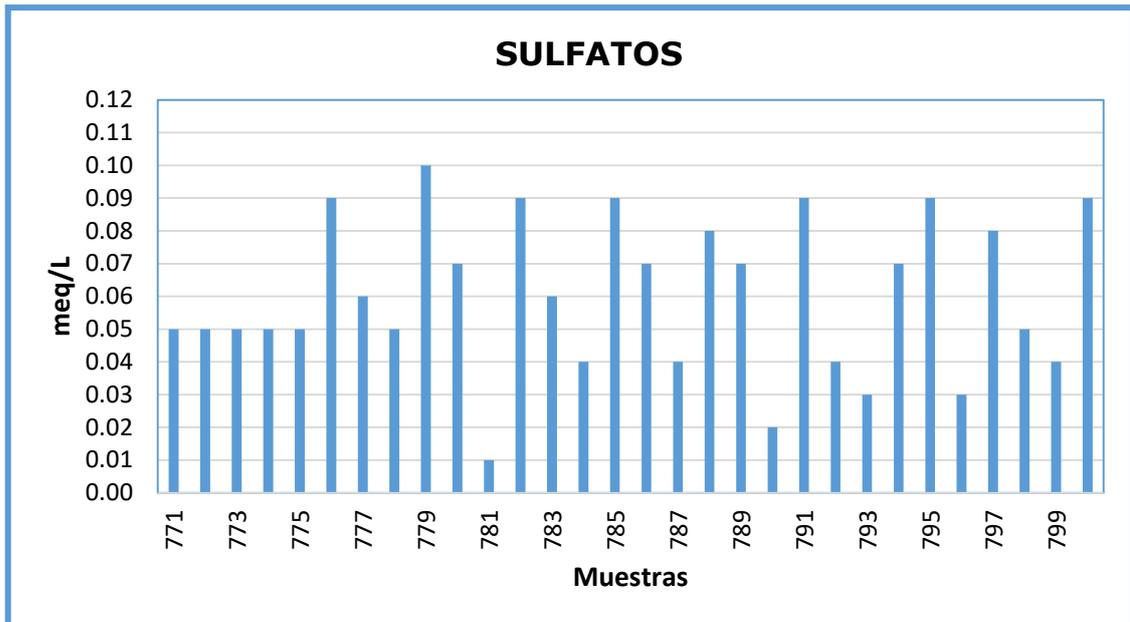


Gráfico N° 2: conductividad eléctrica (dS/m).

4.1.3.3 Sulfatos:

El contenido de sulfatos en los puntos muestreados está por debajo de las LMP-Límite Máximo Permisible de las Normas Sudafricanas para ganadería que establece que es de 1000 mg/l para ganadería.

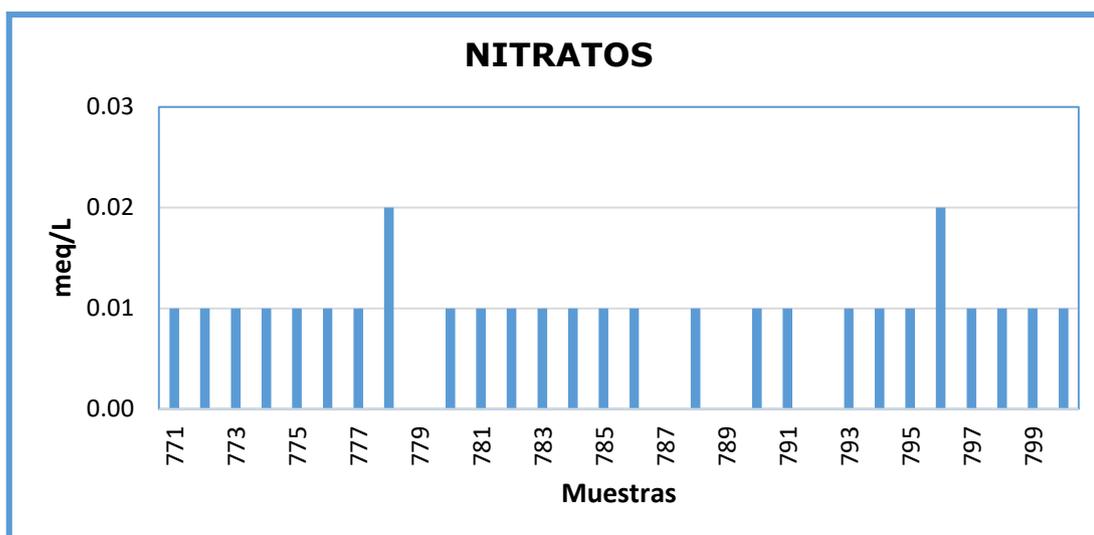


Grafica N° 3: muestras de sulfatos

Los valores de sulfatos ($\text{SO}_4^{=}$) fluctuaron desde (0.01 meq/l) en el riachuelo Buenos Aires-Aco (781), hasta 0.10 meq/l en el riachuelo Buenos Aires (779), posiblemente éste último que hay indicios de piedras calizas (cal y yeso). La presencia del ión sulfato en el agua de riego puedan indicar a problemas de corrosión que es grande cuando el contenido en sulfatos del agua de riego es del orden de 300-400 mg/l (6.25-8.35 meq/l).

4.1.3.4 Nitratos:

De acuerdo a la Ley General de Aguas (LGA) para clase III los valores registrados en todos los puntos de muestreo cumplen con dicha normatividad, es más la normatividad de agua dada por las Normas Sudafricanas para la agricultura y ganadería, si son aceptables todas las estaciones, porque sus valores están por debajo límites máximos permisibles (LMP).



Grafica N° 4: muestras de nitratos

No se encontraron muestras con presencia de nitratos (NO_3) en las muestras (779, 787, 789, 792) riachuelos Chillaypaccha, Moyobamba, Cepocho y Ñamcay (0.00 meq/l), y el mayor de nitrato se encontró en las muestras (778 y 796) en los riachuelos Chillaypaccha y Callahuayin con 0.02 meq/l, respectivamente; entonces se puede decir que todas las aguas de los ríos y riachuelo son utilizables para la agricultura y ganadería.

4.1.3.5 Calcio:

Según Ley General de Agua (LGA) para Clase III no registra Valores de Calcio, y las Normas Sudafricanas para ganadería los valores registrados en las estaciones de muestreo cumplen con dicha normatividad.

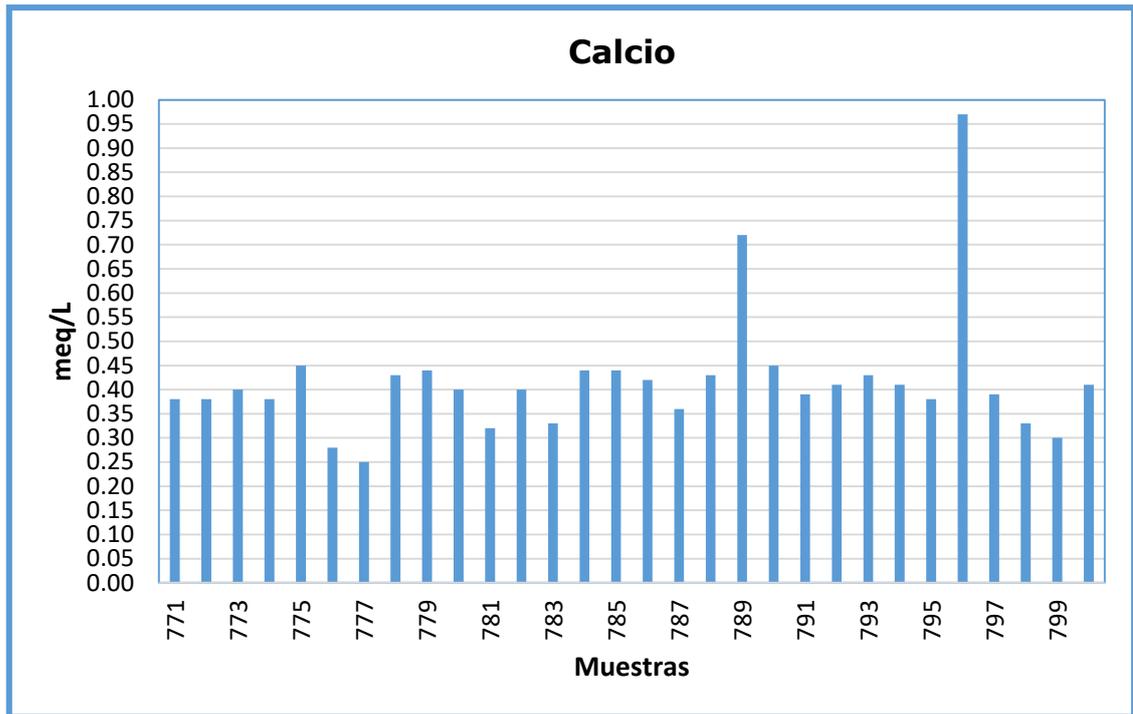
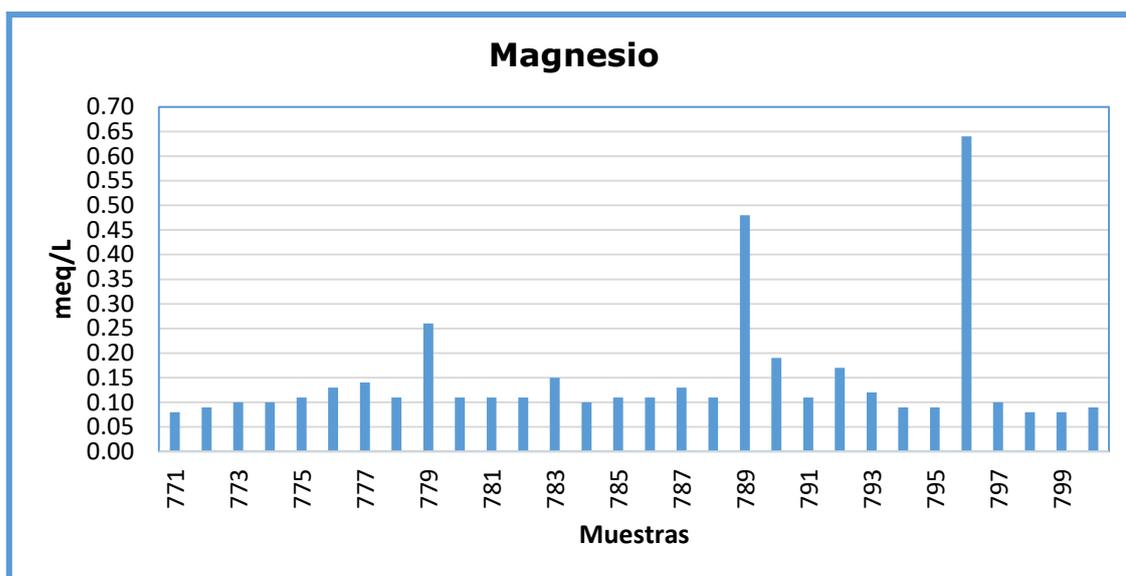


Grafico N° 5: muestras de calcio

En el gráfico se nota que los valores fluctúan desde 0.25 meq/l de calcio (777) del riachuelo Chilipampa, hasta 0.97 meq/l de Calcio (796) del riachuelo Callahuyin. Según las Normas Sudafricanas para la ganadería y agricultura, los valores registrados en las estaciones cumplen con dicha normatividad.

4.1.3.6 Magnesio:

Según la Ley General de Agua (LGA) para clase III, el catión Magnesio no registra valores, sin embargo, de acuerdo a las Normas Sudafricanas para ganadería los valores registrados en los puntos de muestreo cumplen con dicha normatividad.



Grafica N° 6: muestra de magnesio

En el Gráfico, los valores fluctúan desde 0.08 meq/l de Mg++ en la estación (771) en el riachuelo Huambrac, hasta 0.64 meq/l de Mg++ (796) en el riachuelo de Callahuayin, posiblemente esa porque los suelos de la zona de Callahuayin son arcillosos y ferrosas, por lo que según la Ley General de Aguas (LGA) para la Clases III el magnesio no registra, entonces los ríos y riachuelos cumplen con dicha normatividad en cuanto a contenido de magnesio, por lo tanto están dentro de los límites permisibles.

4.1.3.7 Sodio:

Los valores de Sodio se registraron desde 0.02 – 0.37 meq/l de Sodio y según la Ley General de Aguas (LGA) Clase III no indica Valores para su comparación, pero de acuerdo a las Normas Sudafricanas para agricultura y ganadería los valores registrados en las estaciones de muestreo cumplan con dicha normatividad.

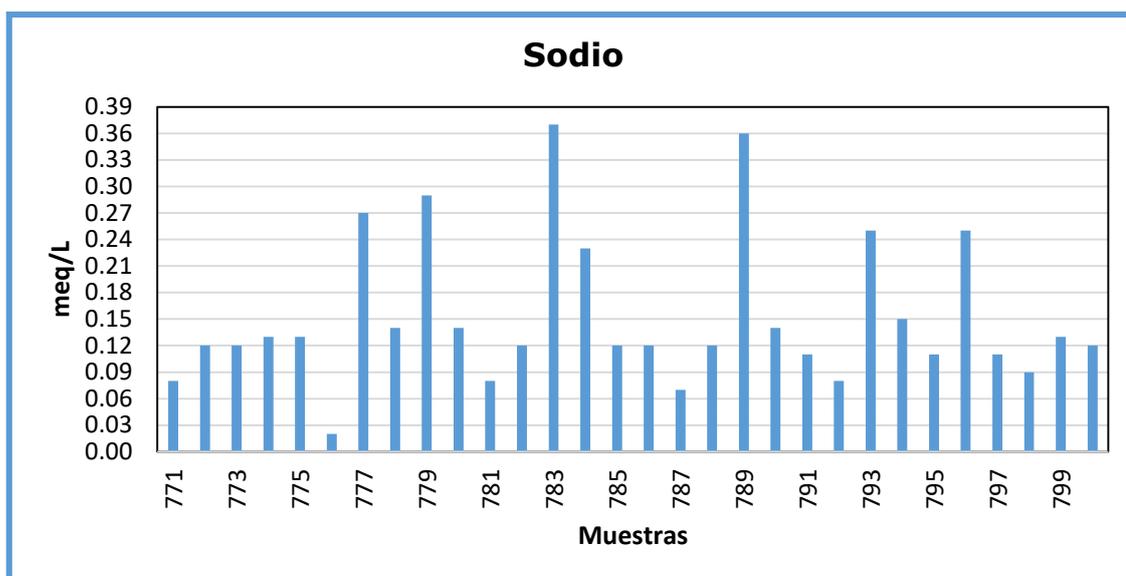


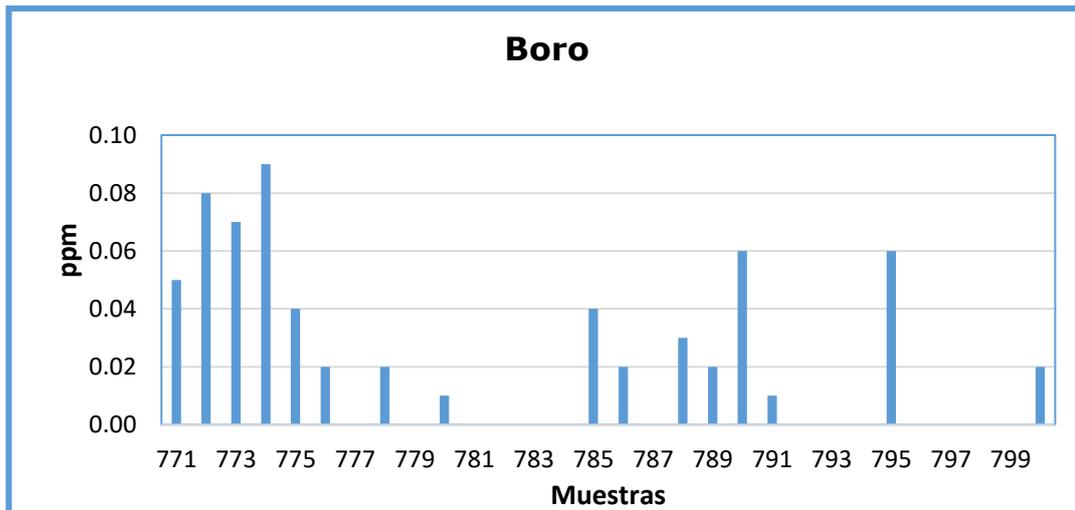
Grafico N° 7: muestra de sodio

En el gráfico se observa que los valores de Sodio fluctúan desde 0.02 meq/l (776) en el riachuelo Loyola en Huallamayo, hasta 0.37 meq/l de Na (783) en el riachuelo Shillaragra, que según Ley General de Aguas (LGA), que para Clase III no registra, pero de acuerdo a las Normas Sudafricanas para agricultura y ganadería se establecen que los valores encontrados cumplan con dicha normatividad que establecen de 3.04 a 86.95 meq/l como límite permisible.

4.1.4 Interpretación de resultados del análisis de agua en no metales.

4.1.4.1 Boro:

El boro es el no metal presente en las aguas que no está normalizado en nuestra Ley General de Aguas (LGA), por ellos es necesario recurrir a normas internaciones como las normas sudafricanas para agricultura y ganadería, dichos valores cumplen esta normatividad.



Grafica N° 8: muestra de boro

En la mayoría de las muestras tomadas de agua no se encontró Boro, es decir valores con 0.00 mg/l, en las estaciones (777, 779, 781, 782, 783, 784, 787, 792, 793, 794, 796, 797, 798, 799) en los riachuelos Chillipampa, Chillaypaccha, Buenos Aires, Sillaragra, Aco, Sexepata, Moyobamba, Ñamcay, Maycor, Ninabamba, Callahuayin, Huagaychan, Atapaypan y Ninabamba; solo se encontró un valor de 0.09 mg/l en la estación (774) en el riachuelo Muya; por lo tanto según las normas internacionales como las Normas Sudafricanas para agricultura y ganadería y Clase III, estos valores están dentro de esta normatividad y con límites permisibles que es de 5.00 mg/l.

4.1.5 Calidad de Agua para riego.

De acuerdo a las normas del laboratorio de Salinidad de Riverside-California EE. UU de Norte América, el agua fue clasificada teniendo en cuenta la Relación de Adsorción del Sodio (RAS) y la Salinidad total (C.E. ds/m a 25°C en donde $RAS = N / ((meqCa/l + meqMg/l) / 2)^{1/2}$).

En la tabla 5, puede apreciarse que las aguas se clasifican en C, S, siendo estas aguas aptas para riego.

TABLA N° 05: Nomenclatura (Clasificación de riego basada en su C.E.)

Peligro de Sodio		
S ₁ Poco Sodio		Sin peligro
Peligro de sales		
C ₁ Salinidad baja (medio)	(0.00-0.25 mmhos)	Bajo peligro de salinidad, no se espera efectos dañinos sobre las plantas y suelos. Bueno para riego de diferentes cultivos.
C ₂ salinidad moderada (medio)	(0.25-0.75 mmhos)	De calidad buena para cultivos que se adaptan o toleran moderadamente la sal en el suelo. Peligro para plantas muy sensibles y suelos impermeables.
C ₃ Salinidad alto	(0.75-2.25 mmhos)	Requiere selección de plantas tolerantes a sales, se requiere excelente drenaje y lixiviación.

TABLA N° 06: Peligro de Sodio basado en el valor de SAR.

Peligro de Sodio	SAR del Agua	Comentario sobre el peligro de Na
Bajo (S₁)	< 10	Puede usarse para riego de casi todos los suelos, sin peligro de destrucción de la estructura.
Medio (S₂)	10-18	Puede desmejorarse la permeabilidad de suelos de textura fina con alto CIC. Puede usarse en suelo de textura gruesa con buen drenaje.
Alto (S₃)	18-26	Se producen daños de los suelos por acumulación de Na. Se requiere hacer prácticas intensivas de enmiendas, drenajes y lixiviación.
Muy alto (S₄)	>26	Generalmente no recomendable para riego excepto en suelos de muy bajo contenido de sales.

TABLA N° 07: Clasificación de Aguas muestreadas según su SAR.

Riachuelos	SAR	Clasificación	N° de Laboratorio N° Riachuelo
Huambrac	0.17	C ₁ S ₁	771 (1)
Puente Huallamayo	0.24	C ₁ S ₁	772 (2)
Puente San Juan	0.24	C ₁ S ₁	773 (3)
Muya	0.26	C ₁ S ₁	774 (4)
Huallamayo	0.25	C ₁ S ₁	775 (5)
R. Loyola	0.04	C ₁ S ₁	776 (6)
Chillipampa	0.60	C ₁ S ₁	777 (7)
Chillaypuccha	0.28	C ₁ S ₁	778 (8)
Chillaypaccha-agomarca	0.49	C ₁ S ₁	779 (9)
Buenos Aires	0.28	C ₁ S ₁	780 (10)
Buenos Aires-Aco	0.18	C ₁ S ₁	781 (11)
Shillaragra-Ptbo	0.25	C ₁ S ₁	782 (12)
Shillaragra-Aco.	0.76	C ₁ S ₁	783 (13)
Sexepata	0.45	C ₁ S ₁	784 (14)
Sexepata – R. Ptbo	0.23	C ₁ S ₁	785 (15)
Pumarauca	0.24	C ₁ S ₁	786 (16)
Moyobamba	0.15	C ₁ S ₁	787 (17)
Maycor	0.23	C ₁ S ₁	788 (18)
Cepocho	0.46	C ₁ S ₁	789 (19)
Mumarauca	0.25	C ₁ S ₁	790 (20)
Ñancay	0.23	C ₁ S ₁	791 (21)
Ñamcay-Sana Cruz	0.14	C ₁ S ₁	792 (22)
Maycor-Santa Cruz	0.47	C ₁ S ₁	793 (23)
Ishag	0.30	C ₁ S ₁	794 (24)
Callahuayin	0.22	C ₁ S ₁	795 (25)
Callahuayin-Ptbo	0.28	C ₁ S ₁	796 (26)
Atapaypan	0.22	C ₁ S ₁	797 (27)
Atapaypan-Ptbo	0.20	C ₁ S ₁	798 (28)
Ninabamba	0.30	C ₁ S ₁	799 (29)
Huagaychan	0.23	C ₁ S ₁	800 (30)

4.1.6 Familias hidroquímicas de la Aguas muestreadas.

Utilizando el programa de Aquachem se realizan el Diagrama de Piper, que determinan las familias Hidrogeoquímicas que predominan en el área de estudio. De los resultados de los cationes y aniones que se encuentran en unidades en meq/l es convertido en porcentaje (%) de reacción química lo que nos permite clasificar las aguas, atendiendo a la predominancia de estos cationes y aniones dominantes en las muestras colectadas, que a continuación se muestran.

Tabla N° 08: Predominancia de cationes y Aniones en porcentajes.

Identificación	Cationes			Aniones		
	Ca meq/l	Mg meq/l	Na meq/l	Cl meq/l	SO4 meq/l	NCO3 meq/l
771 (1)	28.6 %	6.0 %	6.8 %	3.8 %	3.8 %	50.4 %
772 (2)	27.3 %	6.5 %	10.1 %	3.6 %	3.6 %	48.2 %
773 (3)	26.8 %	6.7 %	8.7 %	3.4 %	5.4 %	47.7 %
774 (4)	25.9 %	6.8 %	10.3 %	3.4 %	4.8 %	48.3 %
775 (5)	29.6 %	7.2 %	9.9 %	3.3 %	3.3 %	46.1 %
776 (6)	23.5 %	10.9 %	2.5 %	4.2 %	7.6 %	50.4 %
777 (7)	16.1 %	9.0 %	18.1 %	3.2 %	3.9 %	49.0 %
778 (8)	29.0 %	7.3 %	11.0 %	3.3 %	3.3 %	46.0 %
779 (9)	22.1 %	13.0 %	16.0 %	2.5 %	5.0 %	41.2 %
780 (10)	27.0 %	7.4 %	11.0 %	3.4 %	4.7 %	46.0 %
781 (11)	27.5 %	9.5 %	7.8 %	4.3 %	1.0 %	49.0 %
782 (12)	28.4 %	8.0 %	10.0 %	2.0 %	6.4 %	43.3 %
783 (13)	18.2 %	8.3 %	21.5 %	3.0 %	3.3 %	45.3 %
784 (14)	24.1 %	5.7 %	13.7 %	2.9 %	2.3 %	49.7 %
785 (15)	28.9 %	7.2 %	9.0 %	3.3 %	5.9 %	44.7 %
786 (16)	28.5 %	7.5 %	9.5 %	3.4 %	4.7 %	45.5 %
787 (17)	26.6 %	9.6 %	5.9 %	3.7 %	2.9 %	51.0 %
788 (18)	29.3 %	7.5 %	9.5 %	3.4 %	5.4 %	49.2 %

789 (19)	21.5 %	14.4 %	11.1 %	1.5 %	2.1 %	49.0 %
790 (20)	27.1 %	11.4 %	9.0 %	3.0 %	1.2 %	47.5 %
791 (21)	27.2 %	7.7 %	8.4 %	3.5 %	6.3 %	46.2 %
792 (22)	28.5 %	11.8 %	6.3 %	3.5 %	2.8 %	47.2 %
793 (23)	24.5 %	6.9 %	14.8 %	2.8 %	1.7 %	48.5 %
794 (24)	28.8 %	6.3 %	12.0 %	3.5 %	4.9 %	43.6 %
795 (25)	28.6 %	6.7 %	9.8 %	3.8 %	6.7 %	43.6 %
796 (26)	25.9 %	17.0 %	7.0 %	1.3 %	0.8 %	47.5 %
797 (27)	27.7 %	7.4 %	9.6 %	3.7 %	5.9 %	44.1 %
798 (28)	26.6 %	6.5 %	8.1 %	4.0 %	4.0 %	50.0 %
799 (29)	23.6 %	6.3 %	11.0 %	4.0 %	3.1 %	51.2 %
800 (30)	28.7 %	6.3 %	9.8 %	3.5 %	6.3 %	44.8 %

En los resultados se han podido clasificar dos clases de agua según sus componentes químicos y se representa mediante el Diagrama de Piper.

TABLA N° 09: Tipos de Agua.

Identificación	Formula iónica		Tipo de Agua
771 (1)	Ca>Na>Mg	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Bicarbonatada Cálcica
772 (2)	Ca>Na>Mg	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Bicarbonatada Cálcica
773 (3)	Ca>Na>Mg	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Bicarbonatada Cálcica
774 (4)	Ca>Na>Mg	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Bicarbonatada Cálcica
775 (5)	Ca>Na>Mg	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Bicarbonatada Cálcica
776 (6)	Ca>Mg>Na	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Bicarbonatada Cálcica
777 (7)	Na>Ca>Mg	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Bicarbonatada Sódica
778 (8)	Ca>Na>Mg	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Bicarbonatada Cálcica
779 (9)	Ca>Na>Mg	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Bicarbonatada Cálcica
780 (10)	Ca>Na>Mg	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Bicarbonatada Cálcica
781 (11)	Ca>Na>Mg	HCO ₃ >Cl>SO ₄	Bicarbonatada Cálcica
782 (12)	Ca>Na>Mg	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Bicarbonatada Cálcica
783 (13)	Ca>Na>Mg	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Bicarbonatada Cálcica
784 (14)	Ca>Na>Mg	HCO ₃ >Cl>SO ₄	Bicarbonatada Cálcica

785 (15)	Ca>Na>Mg	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Bicarbonatada Cálcica
786 (16)	Ca>Na>Mg	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Bicarbonatada Cálcica
787 (17)	Ca>Mg>Na	HCO ₃ >Cl>SO ₄	Bicarbonatada Cálcica
788 (18)	Ca>Na>Mg	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Bicarbonatada Cálcica
789 (19)	Ca>Mg>Na	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Bicarbonatada Cálcica
790 (20)	Ca>Mg>Na	HCO ₃ >Cl>SO ₄	Bicarbonatada Cálcica
791 (21)	Ca>Na>Mg	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Bicarbonatada Cálcica
792 (22)	Ca>Mg>Na	HCO ₃ >Cl>SO ₄	Bicarbonatada Cálcica
793 (23)	Ca>Na>Mg	HCO ₃ >Cl>SO ₄	Bicarbonatada Cálcica
794 (24)	Ca>Na>Mg	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Bicarbonatada Cálcica
795 (25)	Ca>Na>Mg	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Bicarbonatada Cálcica
796 (26)	Ca>Mg>Na	HCO ₃ >Cl>SO ₄	Bicarbonatada Cálcica
797 (27)	Ca>Na>Mg	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Bicarbonatada Cálcica
798 (28)	Ca>Na>Mg	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Bicarbonatada Cálcica
799 (29)	Ca>Na>Mg	HCO ₃ >Cl>SO ₄	Bicarbonatada Cálcica
800 (30)	Ca>Na>Mg	HCO ₃ >SO ₄ >Cl	Bicarbonatada Cálcica

Las dos clases de aguas que se encontró fue uno del riachuelo Chillipampa como Bicarbonatada Sódica (7); los demás riachuelos se caracterizan por ser Bicarbonatada Cálcica.

En cuanto a calidad de agua, desde el punto de vista físico químico en todos los puntos muestreados, se hallan dentro de los límites permisibles que pueden ser usados para actividad agrícola y pecuaria.

CUADRO N° 09: Resumen de cationes y aniones de las aguas de microcuenca de Paucartambo (meq/l – ppm).

Muestra	pH	Ca	Ca Ppm	Mg	Mg Ppm	Na	Na ppm	Boro ppm	SO ₄	SO ₄ ppm	NO ₃	NO ₃ ppm
771 (1)	7.6	0.33	7.61	0.08	0.97	0.08	1.84	0.05	0.05	2.40	0.01	0.62
772 (2)	6.90	0.38	7.61	0.09	1.09	0.12	2.76	0.08	0.05	2.40	0.01	0.62
773 (3)	6.94	0.40	8.02	0.10	1.22	0.12	2.76	0.07	0.8	5.84	0.01	0.62
774 (4)	9.89	0.38	7.61	0.10	1.22	0.13	2.99	0.09	0.07	3.36	0.01	0.62

775 (5)	6.83	0.45	9.02	0.11	1.34	0.13	2.99	0.04	0.05	2.40	0.01	0.62
776 (6)	6.80	0.28	5.61	0.13	1.22	0.02	0.46	0.02	0.09	4.32	0.01	0.62
777 (7)	6.81	0.25	5.01	0.14	1.70	0.27	6.21	0.00	0.06	2.88	0.01	0.62
778 (8)	6.86	0.43	8.62	0.11	1.34	0.14	3.22	0.02	0.05	2.40	0.02	1.24
779 (9)	7.13	0.44	8.82	0.26	15.32	0.29	6.67	0.00	0.10	4.80	0.00	0.00
780 (10)	6.89	0.40	8.02	0.11	1.34	0.14	3.22	0.01	0.07	3.36	0.01	0.62
781 (11)	7.01	0.32	6.41	0.11	1.34	0.08	1.84	0.00	0.01	0.48	0.01	0.62
782 (12)	6.97	0.40	8.02	0.11	1.34	0.12	2.76	0.00	0.09	4.32	0.01	0.62
783 (13)	6.96	0.33	6.61	0.15	1.82	0.37	8.51	0.00	0.06	2.88	0.01	0.62
784 (14)	7.16	0.44	8.82	0.10	1.22	0.23	5.29	0.00	0.01	1.92	0.01	0.62
785 (15)	7.00	0.44	8.82	0.11	1.34	0.12	2.76	0.04	0.09	4.32	0.01	0.62
786 (16)	6.91	0.42	8.42	0.11	1.34	0.12	2.76	0.02	0.07	3.36	0.01	0.62
787 (17)	7.15	0.36	7.21	0.13	1.22	0.07	1.61	0.00	0.04	1.92	0.00	0.00
788 (18)	6.94	0.43	8.62	0.11	1.34	0.12	2.76	0.03	0.08	5.84	0.01	0.62
789 (19)	7.54	0.72	4.42	0.48	5.84	0.36	8.28	0.02	0.07	3.36	0.00	0.00
790 (20)	7.23	0.45	9.02	0.19	8.39	0.14	3.22	0.06	0.02	0.96	0.01	0.62
791 (21)	7.00	0.39	7.82	0.11	1.34	0.11	2.53	0.01	0.09	4.32	0.01	0.62
792 (22)	6.90	0.41	8.22	0.17	2.06	0.08	1.84	0.00	0.04	1.92	0.00	0.00
793 (23)	6.96	0.43	8.62	0.12	1.46	0.25	5.75	0.00	0.03	1.44	0.01	0.62
794 (24)	6.63	0.41	8.22	0.09	1.09	0.15	3.45	0.00	0.07	3.36	0.01	0.62
795 (25)	6.80	0.38	7.61	0.09	1.09	0.11	2.53	0.06	0.09	4.32	0.01	0.62
796 (26)	7.45	0.97	19.43	0.64	7.78	0.25	5.75	0.00	0.03	1.44	0.02	1.24
797 (27)	6.91	0.39	7.82	0.10	1.22	0.11	2.53	0.00	0.08	5.84	0.01	0.62
798 (28)	6.90	0.33	6.61	0.08	0.97	0.09	2.07	0.00	0.05	2.40	0.01	0.62
799 (29)	6.84	0.30	6.01	0.08	0.97	0.13	2.99	0.00	0.04	1.92	0.01	0.62
800 (30)	6.99	0.41	8.22	0.09	1.09	0.12	2.76	0.02	0.09	4.32	0.01	0.62

Estación	pH	SO ₄	NO ₃	Ca	Mg	Na	Fe	Pb	Cd	Cr	Turbidez
Clase II	6.0 9.0	--	0.01	--	--	70.00		0.10	0.05	1.00	
SA Agr.	6.5 8.4	--	5	1000	500	2000	5			0.01	
SA Gan.	--	1000.00	23.00				10.00	0.10	0.01	1000.00	

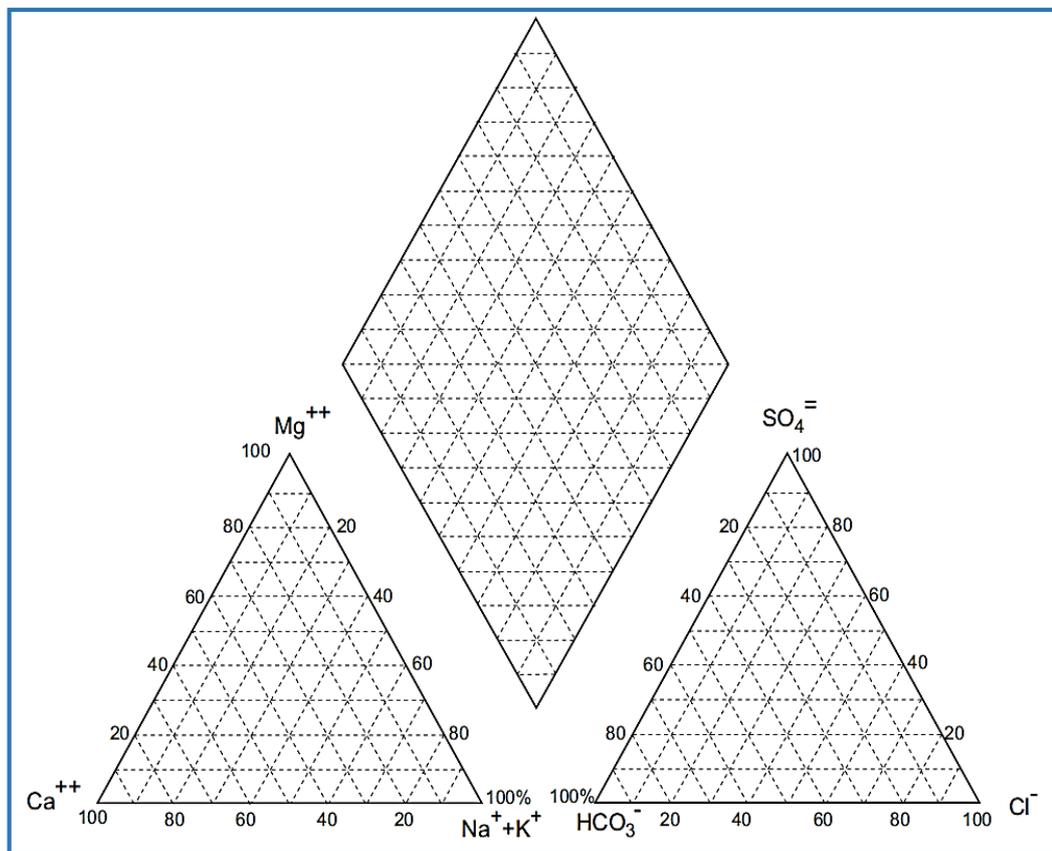
4.1.7 Diagrama de Piper.

Del Análisis del Diagrama de Piper se determinó que el agua en el punto 777 (7) se categorizan en función a sus concentraciones como la única bicarbonatada sódica y siendo el resto de las aguas analizadas han

demostrado ser bicarbonatada cálcica. La conductividad eléctrica en todos los puntos muestreados fluctúa entre 0.04 y 200 ds/m, valores que representan a aguas de baja a alta sin mineralización.

4.1.7.1 Diagrama de tipos de Agua.

Los diagramas triangulares se utilizan para representar la proporción de tres componentes en la composición de un conjunto o de una sustancia. En hidroquímica se utiliza un triángulo para los cationes principales y otro para los aniones principales y otro para los aniones.



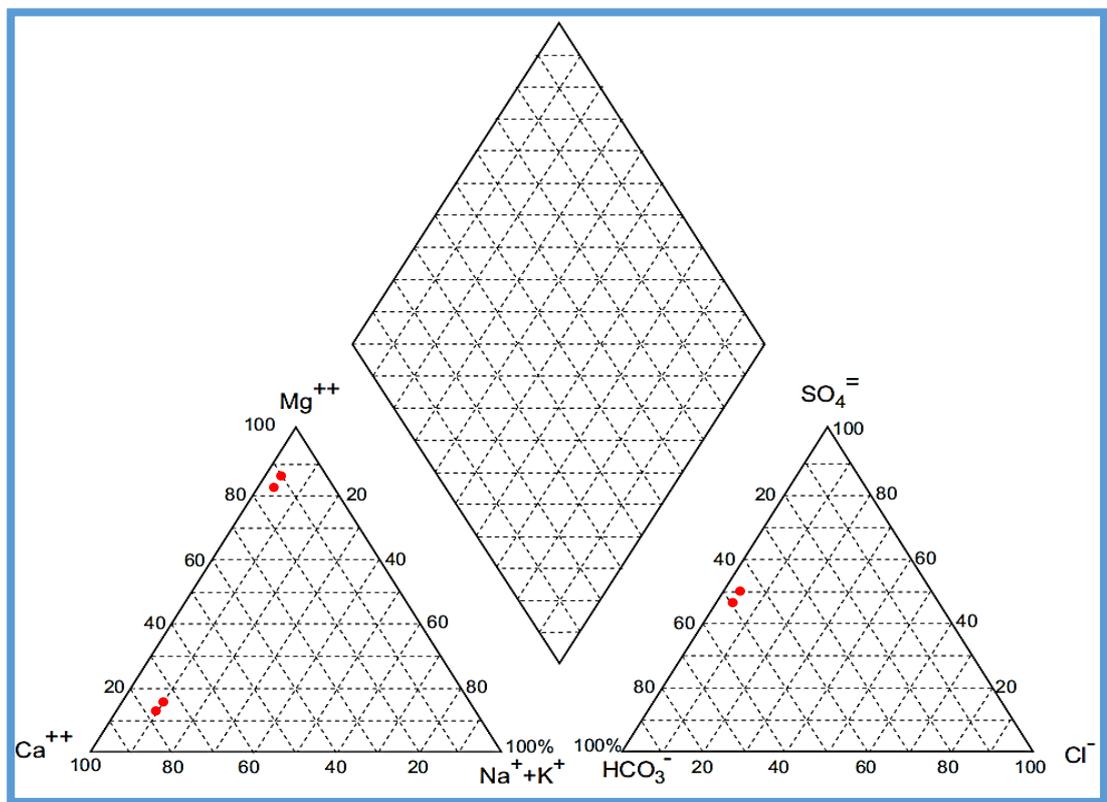
Grafica N° 9 Tipos de agua

Un vértice representa el 100% de ese componente. Por el contrario, los puntos que contengan 0% de ese componente estarán en el lado opuesto al vértice correspondiente.

El diagrama de Piper está formado por dos triángulos con un rombo que recoge la información de ambos triángulos.

Es uno de los triángulos se representan los cationes ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$ sumados) y en el otro los aniones principales. El paso desde ambos triángulos hasta el rombo es inmediato y muy simple como se indica en la figura. Por tanto, cada análisis queda representado por tres puntos (los 2 triángulos y el rombo).

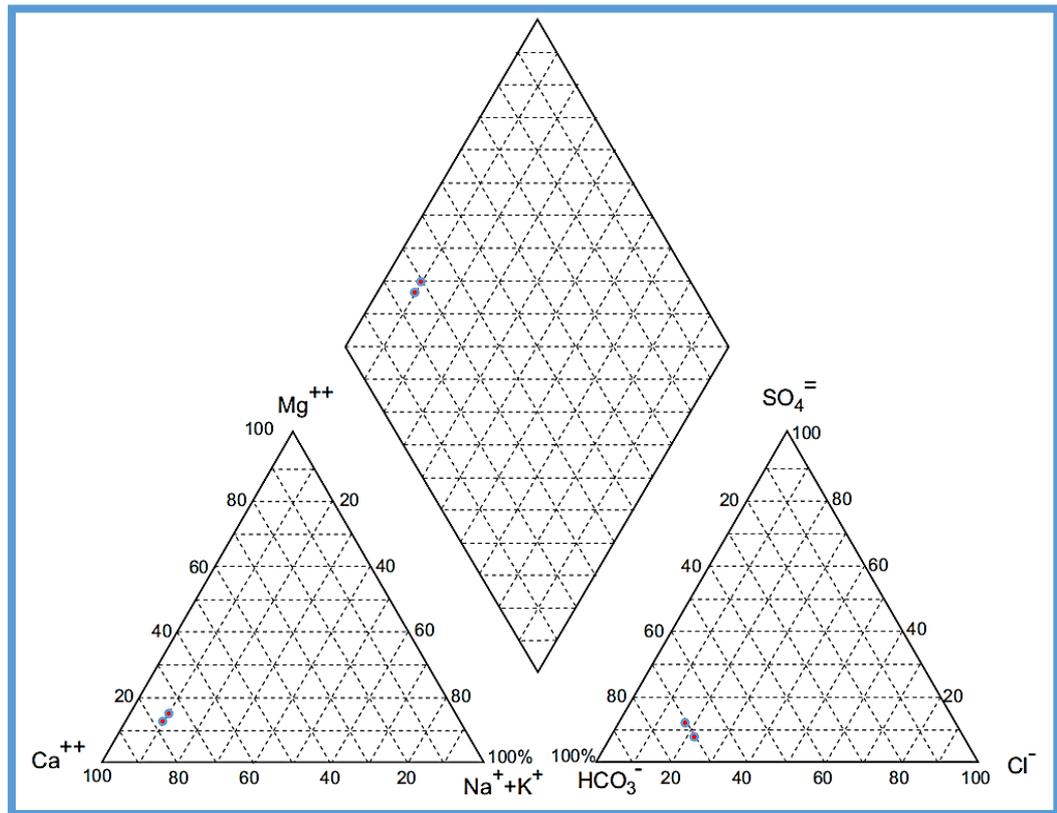
4.1.7.2 Clasificación del Diagrama de tipos de Agua (Diagrama Tipo Piper)



Grafica N° 10: El (771)

TIPO DE AGUA: BICARBONATADA CÁLCICA (771)

DIAGRAMA TIPO PIPER



Grafica N° 11: El (777)

TIPO DE AGUA: BICARBONATADA SÓDICA (777)

4.1.8 Interpretación del diagrama de clasificación de aguas de río según normas de Riverside.

N° Laboratorio 771 (1)

Para la clasificación de aguas según Normas de Riverside se tiene en cuenta la conductividad eléctrica y la relación de absorción de Sodio (S.A.R.), donde las letras C y S afectadas de un subíndice numérico cuyo valor aumenta y concuerdan con el índice respectivo.

Los subíndices varían entre 1 y 4 tanto para la conductividad eléctrica como para la relación de absorción de Sodio – S.A.R., de tal manera que el agua será calificada con la siguiente notación: C_iS_j , donde i y j toman valores

comprendidos generalmente entre 1 y 4. En el gráfico se establecen las calificaciones correspondientes a cada caso a medida que aquellos subíndices toman valores altos, la calidad de agua es peor.

Se calcula el índice de relación de absorción de sodio (S.A.R.) que nos da una idea de predominio de la composición iónica del agua, se calcula mediante la siguiente expresión:

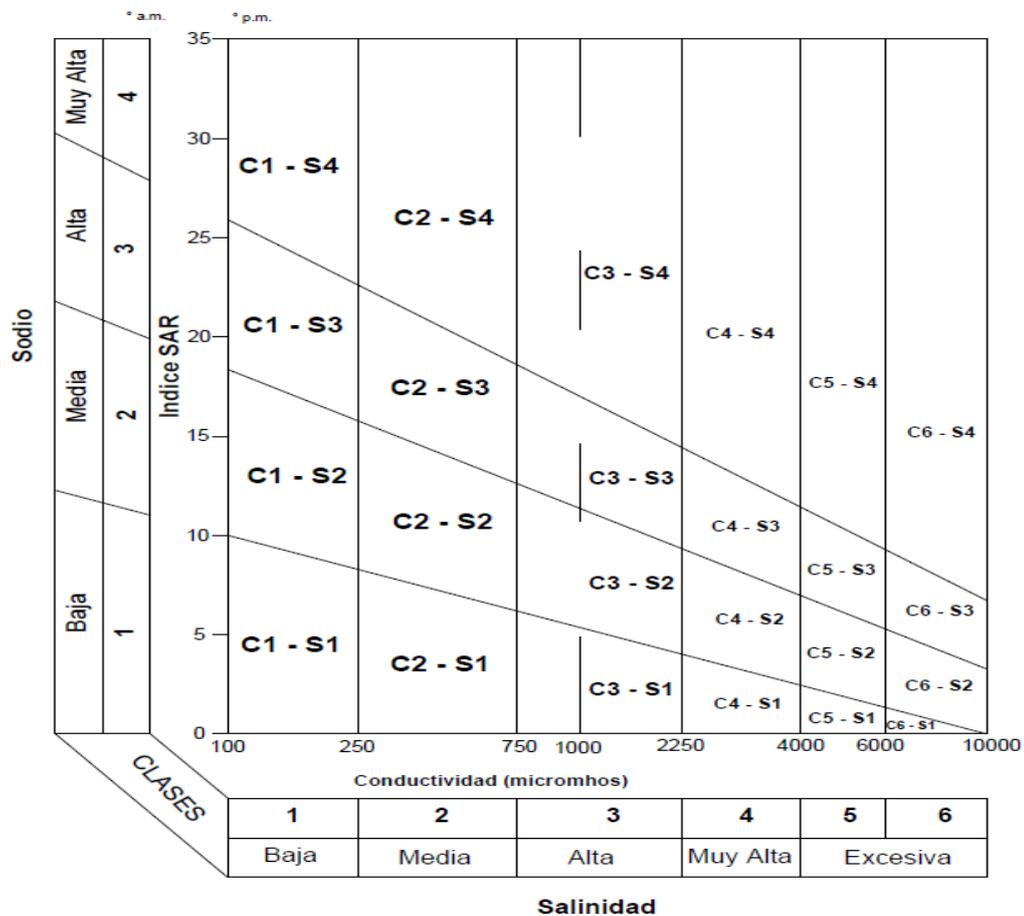
$$S.A.R. = \frac{|Na^+|}{\sqrt{1/2(Ca^{++} + Mg^{++})}}$$

1. Ejemplo de la estación N° 771 y 722 (R. Huambrac)

$$S.A.R. = \frac{0.08}{\sqrt{1/2(0.38+0.08)}} = \frac{0.08}{\sqrt{1/2(0.46)}} = \frac{0.08}{\sqrt{0.23}} = \frac{0.08}{0.48} = 0.17$$

$$S.A.R. = \frac{0.12}{\sqrt{1/2(0.38+0.09)}} = \frac{0.12}{\sqrt{0.235}} = \frac{0.12}{0.484} = 0.24$$

Grafico N°12



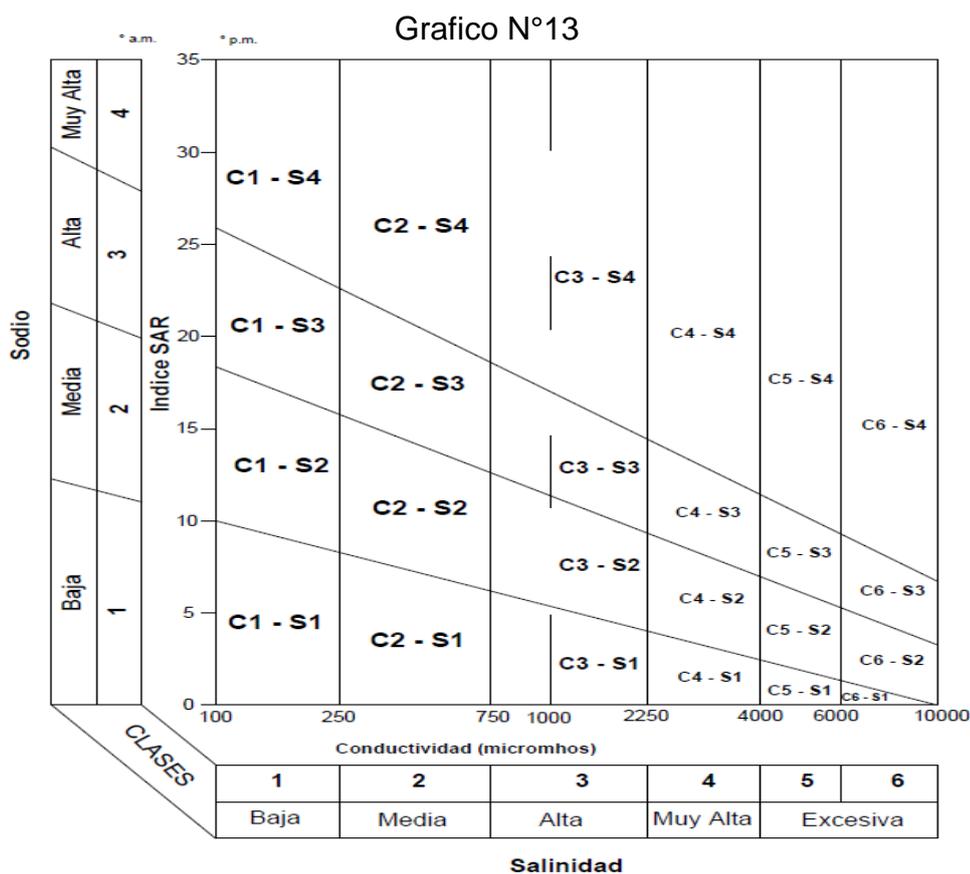
Interpretación:

En caso de a gráfica de los puntos muestreados (771-772), la relación de absorción de sodio (SAR), donde se encontró 0.17 y 0.24, que corresponde C1 salinidad baja y S1 correspondiente a sodio bajo, entonces se puede decir que es de buena salinidad las aguas de los riachuelos Huambrac y puente Huallamayo, para riego en Agricultura y bebida en ganadería.

1) Ejemplo de la estación N° 779 y 800 (R. Huambrac)

$$S.A.R. = \frac{0.13}{\sqrt{1/2(0.30+0.08)}} = \frac{0.13}{\sqrt{1/2(0.38)}} = \frac{0.13}{\sqrt{0.19}} = \frac{0.13}{0.43} = 0.30$$

$$S.A.R. = \frac{0.12}{\sqrt{1/2(0.41+0.09)}} = \frac{0.12}{\sqrt{0.25}} = \frac{0.12}{0.5} = 0.24$$



Interpretación:

En el gráfico se observa que la relación de absorción de Sodio (SAR), es 0.30 y 0.24 n la estación 779 y 800 (Huagaychan y Ninabamba) los riachuelos

se clasifican con salinidad baja y sodio bajo (C1 – S1), estas aguas están aptas para uso en riego de agricultura y uso para animales.

CONCLUSIONES

1. Las muestras fueron recolectadas de las 30 estaciones, selladas y rotuladas en recipientes, adecuados, y luego fueron llevados las muestras en tiempo requerido, llegando al laboratorio en buenas condiciones para su posterior análisis.
2. Los resultados de los análisis obtenidos en el monitoreo de las aguas de la microcuenca del Rio Paucartambo, nos indica un estado de calidad del agua en la zona de estudio como sigue:
 - a) La calidad del agua desde el punto de vista físico- químico en los puntos 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29 y 30 se hallan dentro de los límites permisibles y pueden ser usados para uso agrícola.
 - b) Del Análisis del Diagrama de Piper, se determinó que las agua se clasifican en 2 categorías en función a sus concentraciones como bicarbonatada sódica las aguas en el punto de muestreo 7 (777) Riachuelo Chillipampa y el resto de los puntos muestreados se encontró como bicarbonatada cálcica.

Las conductividades eléctricas en todos los puntos muestreados fluctúan de menor valor de 0.04 y 005 ds/m en los riachuelos de Buenos Aires-Aco y Ninabamba (781-799) y con mayor valor en conductividad eléctrica de 0.15 y 0.18 ds/m, en los riachuelos de Cepocho-Aco y Callahuayin (789-796), lo que indica las sales solubles es bajo. Estos valores nos indican a aguas de baja a mediana mineralización.

3. El estudio de las agua de riego de la microcuenca del río Paucartambo (Paucartambo) está enmarcado entre los distritos que limita por el Norte con distrito de Huachón, por el Sur con el Distrito de Ulcumayo (Junín); por el este con el distrito de Ulcumayo y Distrito de Chontabamba (Oxapampa), por el oeste con el distrito de Ninacaca y con el distrito de Carhuamayo (Junín); teniendo encuentra desde el Río Puente Huallamayo hasta el Río Huagaychan, comprendido como zona de estudio, con una distancia de 33.85 Km, con altitud que varía desde 2,517 hasta 2,919 m.s.n.m.
4. Según el Diagrama de Clasificación de Aguas de Riego con Normas de Reveside, todas las estaciones muestreadas están dentro de la clasificación de agua para riego con salinidad baja y sodio bajo (C1 S1), lo cual nos indica que las aguas es apto para agricultura.

RECOMENDACIONES

1. Es importante concientizar a los pobladores practicar conductas sencillas para disminuir la contaminación del agua. Como, no botar basura u otros desechos en los cursos del agua o cerca de ellos y tomar conciencia de no contaminar en el recorrido o el curso del río para mantener su estado natural.
2. Hacer uso racional del recurso agua, ya que los usuarios desperdician las aguas por diferentes causas, como realizar riego inadecuado, donde se da mal uso a este líquido elemento.
3. Hacer seguimientos exhaustivos en los puntos de monitoreo, donde se ha visto según los análisis de agua en laboratorio, ningún exceso de metales pesados por lo que se encuentran dentro de los límites permisibles.
4. No debe ser contaminada y debe recibir protección contra actividades contaminantes, para mantener las características propias de su estado natural.
5. El agua debe ser objeto de estudio por parte de los organismos públicos y privados de investigación. Los resultados de los trabajos deben ser conocidos por la sociedad y transmitidos de manera transparente.
6. Se recomienda que los agricultores de la Cuenca de Paucartambo debe utilizar las aguas de los riachuelos y ríos de la cuenca del distrito de Paucartambo, ya que las aguas son aptas para riego.
7. Los Gobiernos Regionales y Municipales deben impulsar campañas para no contaminar los riachuelos y ríos y el mal uso de este buen recurso hídrico.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALARCON, A.C. (1993) Contaminación minera en Junin y Pasco, folleto publicado por IPEMIN pag.12, Lima-Perú.
2. ALTAMIRANO, D.P. (1994), Educación y Medio Ambiente, Editorial Lumen, Lima Perú.
3. ASOCIACION LABOR, (1994), Contaminación por relaves y alternativas de solución, Ediciones Labor, Ilo-Southern, Pag. 7-Perú.
4. BRACK, E.A (1976), El ambiente en que vivimos, Edición Salesiana, Lima, Perú.
5. BRACK, E.A. (2010), Perú país maravilloso: Manual de Educación Ambiental para docentes, Editorial Gama, 3ra Edición, Lima-Perú.
6. CARRETERO, L, et al (2003) Técnicas e Agricultura, Edit. Cultural S.A., Edic 1, Madrid-España.
7. CANOVAS, C. J. (1990), Calidad Agronómica de las aguas de riego, Edic. 4, Edit. Mundi Prensa, Madrid – España
8. CHUQUIMANTARI, M (1990), Minería y Ciudades empresas, Yauli-La Oroya, Edit. Labor, Pasco –Perú.
9. DIAS P.J (1998), El Perú y su medio Ambiente- IDMA/CONCYTEC, pag. 310, Lima-Perú.
10. DIARIO PRIMICIA (1999), Salvemos el Río Mantaro, Huancayo-Perú.
11. INRENA-ATDR-Pasco (2002), inventario de recursos hídricos superficiales, infraestructuras y fuentes de agua en el ámbito de la administración técnica del distrito de riego Pasco-Perú.
12. LABOR-PARTICIPACIÓN (1998), Revista de información, análisis y propuesta N° 3, Pasco-Perú.

13. MENDOZA, H.L (1995), Contaminación, informe de comisión de trabajo-Contaminación del trabajo rural, Pasco-Perú.
14. MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JUNIN (1994), Informe a la comisión del medio ambiente del congreso, Junín-Perú.
15. QUILLATUPA, H.I. et al (1993), contaminación de Ecosistemas acuáticos de la región Andrés Avelino Cáceres, Revista teórica y praxis N°01, Pag. 22, UNDAC, Pasco-Perú.
16. VIZCARRA, J (1982), efectos ambientales ocasionados por la fundición de la Oroya, Pasco-Perú.

ANEXOS

ANEXO Nº 01: Resultados de laboratorio de análisis de aguas, con fines de riego de la microcuenca de Paucartambo.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE AGUA

SOLICITANTE : GABRIELA ROSENDA MIRANDA ANTICONA
PROCEDENCIA : PASCO/ PASCO/ PAUCARTAMBO/ UNDAC - AGRONOMIA
REFERENCIA : H.R. 47624
BOLETA : 11594

No. Laboratorio	771	772	773	774
No. Campo	1	2	3	4
pH	7.60	6.90	6.94	6.89
C.E. dS/m	0.06	0.07	0.07	0.07
Calcio meq/L	0.38	0.38	0.40	0.38
Magnesio meq/L	0.08	0.09	0.10	0.10
Potasio meq/L	0.01	0.02	0.01	0.02
Sodio meq/L	0.08	0.12	0.12	0.13
SUMA DE CATIONES	0.55	0.61	0.63	0.63
Nitratos meq/L	0.01	0.01	0.01	0.01
Carbonatos meq/L	0.00	0.00	0.00	0.00
Bicarbonatos meq/L	0.67	0.67	0.71	0.71
Sulfatos meq/L	0.05	0.05	0.08	0.07
Cloruros meq/L	0.05	0.05	0.05	0.05
SUMA DE ANIONES	0.78	0.78	0.85	0.84
Sodio %	14.83	19.36	18.95	20.61
RAS	0.17	0.24	0.24	0.26
Boro ppm	0.05	0.08	0.07	0.09
Clasificación	C1-S1	C1-S1	C1-S1	C1-S1

La Molina, 21 de Noviembre del 2014



Dr. Sandy García Bendezi
Jefe del Laboratorio

ANEXO Nº 02: Resultados de laboratorio de análisis de aguas, con fines de riego de la microcuenca de Paucartambo.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE AGUA

SOLICITANTE : GABRIELA ROSENDA MIRANDA ANTICONA
 PROCEDENCIA : PASCO/ PASCO/ PAUCARTAMBO/ UNDAC - AGRONOMIA
 REFERENCIA : H.R. 47624
 BOLETA : 11594

No. Laboratorio	775	776	777	778
No. Campo	5	6	7	8
pH	6.83	6.80	6.81	6.86
C.E. dS/m	0.07	0.05	0.07	0.07
Calcio meq/L	0.45	0.28	0.25	0.43
Magnesio meq/L	0.11	0.13	0.14	0.11
Potasio meq/L	0.02	0.01	0.01	0.02
Sodio meq/L	0.13	0.02	0.27	0.14
SUMA DE CATIONES	0.71	0.44	0.67	0.70
Nitratos meq/L	0.01	0.01	0.01	0.02
Carbonatos meq/L	0.00	0.00	0.00	0.00
Bicarbonatos meq/L	0.70	0.60	0.76	0.69
Sulfatos meq/L	0.05	0.09	0.06	0.05
Cloruros meq/L	0.05	0.05	0.05	0.05
SUMA DE ANIONES	0.81	0.75	0.88	0.81
Sodio %	18.61	4.12	39.50	20.71
RAS	0.25	0.04	0.60	0.28
Boro ppm	0.04	0.02	0.00	0.02
Clasificación	C1-S1	C1-S1	C1-S1	C1-S1

La Molina, 21 de Noviembre del 2014



Dr. Socy García Bendezi
 Jefe del Laboratorio

ANEXO Nº 03: Resultados de laboratorio de análisis de aguas, con fines de riego de la microcuenca de Paucartambo.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE AGUA

SOLICITANTE : GABRIELA ROSENDA MIRANDA ANTICONA
 PROCEDENCIA : PASCO/ PASCO/ PAUCARTAMBO/ UNDAC - AGRONOMIA
 REFERENCIA : H.R. 47624
 BOLETA : 11594

No. Laboratorio	779	780	781	782
No. Campo	9	10	11	12
pH	7.13	6.89	7.01	6.97
C.E. dS/m	0.09	0.07	0.04	0.07
Calcio meq/L	0.44	0.40	0.32	0.40
Magnesio meq/L	0.26	0.11	0.11	0.11
Potasio meq/L	0.03	0.02	0.01	0.02
Sodio meq/L	0.29	0.14	0.08	0.12
SUMA DE CATIONES	1.02	0.67	0.52	0.65
Nitratos meq/L	0.00	0.01	0.01	0.01
Carbonatos meq/L	0.00	0.00	0.00	0.00
Bicarbonatos meq/L	0.82	0.68	0.57	0.61
Sulfatos meq/L	0.10	0.07	0.01	0.09
Cloruros meq/L	0.05	0.05	0.05	0.05
SUMA DE ANIONES	0.97	0.81	0.64	0.76
Sodio %	28.80	20.97	16.12	19.19
RAS	0.49	0.28	0.18	0.25
Boro ppm	0.00	0.01	0.00	0.00
Clasificación	C1-S1	C1-S1	C1-S1	C1-S1

La Molina, 21 de Noviembre del 2014



Dr. Sady Garcia Bendezi
 Jefe del Laboratorio

ANEXO Nº 04: Resultados de laboratorio de análisis de aguas, con fines de riego de la microcuenca de Paucartambo.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE AGUA

SOLICITANTE : GABRIELA ROSENDA MIRANDA ANTICONA
 PROCEDENCIA : PASCO/ PASCO/ PAUCARTAMBO/ UNDAC - AGRONOMIA
 REFERENCIA : H.R. 47624
 BOLETA : 11594

No. Laboratorio	783	784	785	786
No. Campo	13	14	15	16
pH	6.96	7.16	7.00	6.91
C.E. dS/m	0.08	0.08	0.07	0.07
Calcio meq/L	0.33	0.44	0.44	0.42
Magnesio meq/L	0.15	0.10	0.11	0.11
Potasio meq/L	0.02	0.01	0.02	0.02
Sodio meq/L	0.37	0.23	0.12	0.12
SUMA DE CATIONES	0.87	0.78	0.69	0.67
Nitratos meq/L	0.01	0.01	0.01	0.01
Carbonatos meq/L	0.00	0.00	0.00	0.00
Bicarbonatos meq/L	0.82	0.87	0.68	0.67
Sulfatos meq/L	0.06	0.04	0.09	0.07
Cloruros meq/L	0.05	0.05	0.05	0.05
SUMA DE ANIONES	0.94	0.97	0.83	0.80
Sodio %	43.03	30.12	17.47	18.54
RAS	0.76	0.45	0.23	0.24
Boro ppm	0.00	0.00	0.04	0.02
Clasificación	C1-S1	C1-S1	C1-S1	C1-S1

La Molina, 21 de Noviembre del 2014



Dr. Sady García Bendezi
 Jefe del Laboratorio

ANEXO Nº 05: Resultados de laboratorio de análisis de aguas, con fines de riego de la microcuenca de Paucartambo.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE AGUA

SOLICITANTE : GABRIELA ROSENDA MIRANDA ANTICONA
 PROCEDENCIA : PASCO/ PASCO/ PAUCARTAMBO/ UNDAC - AGRONOMIA
 REFERENCIA : H.R. 47624
 BOLETA : 11594

No. Laboratorio	787	788	789	790
No. Campo	17	18	19	20
pH	7.15	6.94	7.54	7.23
C.E. dS/m	0.06	0.07	0.15	0.08
Calcio meq/L	0.36	0.43	0.72	0.45
Magnesio meq/L	0.13	0.11	0.48	0.19
Potasio meq/L	0.01	0.02	0.01	0.01
Sodio meq/L	0.07	0.12	0.36	0.14
SUMA DE CATIONES	0.57	0.68	1.57	0.79
Nitratos meq/L	0.00	0.01	0.00	0.01
Carbonatos meq/L	0.00	0.00	0.00	0.00
Bicarbonatos meq/L	0.69	0.65	1.63	0.79
Sulfatos meq/L	0.04	0.08	0.07	0.02
Cloruros meq/L	0.05	0.05	0.05	0.05
SUMA DE ANIONES	0.78	0.79	1.75	0.87
Sodio %	13.17	18.04	22.83	17.72
RAS	0.15	0.23	0.46	0.25
Boro ppm	0.00	0.03	0.02	0.06
Clasificación	C1-S1	C1-S1	C1-S1	C1-S1

La Molina, 21 de Noviembre del 2014



Dr. Sady García Bendezi
 Jefe del Laboratorio

ANEXO Nº 06: Resultados de laboratorio de análisis de aguas, con fines de riego de la microcuenca de Paucartambo.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE AGUA

SOLICITANTE : GABRIELA ROSENDA MIRANDA ANTICONA
 PROCEDENCIA : PASCO/ PASCO/ PAUCARTAMBO/ UNDAC - AGRONOMIA
 REFERENCIA : H.R. 47624
 BOLETA : 11594

No. Laboratorio	791	792	793	794
No. Campo	21	22	23	24
pH	7.00	6.90	6.96	6.63
C.E. dS/m	0.07	0.07	0.08	0.07
Calcio meq/L	0.39	0.41	0.43	0.41
Magnesio meq/L	0.11	0.17	0.12	0.09
Potasio meq/L	0.01	0.01	0.01	0.02
Sodio meq/L	0.11	0.08	0.25	0.15
SUMA DE CATIONES	0.62	0.67	0.81	0.67
Nitratos meq/L	0.01	0.00	0.01	0.01
Carbonatos meq/L	0.00	0.00	0.00	0.00
Bicarbonatos meq/L	0.66	0.68	0.85	0.62
Sulfatos meq/L	0.09	0.04	0.03	0.07
Cloruros meq/L	0.05	0.05	0.05	0.05
SUMA DE ANIONES	0.81	0.77	0.94	0.75
Sodio %	18.02	11.65	30.82	22.24
RAS	0.23	0.14	0.47	0.30
Boro ppm	0.01	0.00	0.00	0.00
Clasificación	C1-S1	C1-S1	C1-S1	C1-S1

La Molina, 21 de Noviembre del 2014



Dr. Sady García Bendezi
 Jefe del Laboratorio

ANEXO Nº 07: Resultados de laboratorio de análisis de aguas, con fines de riego de la microcuenca de Paucartambo.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE AGUA

SOLICITANTE : GABRIELA ROSENDA MIRANDA ANTICONA
 PROCEDENCIA : PASCO/ PASCO/ PAUCARTAMBO/ UNDAC - AGRONOMIA
 REFERENCIA : H.R. 47624
 BOLETA : 11594

No. Laboratorio	795	796	797	798
No. Campo	25	26	27	28
pH	6.80	7.45	6.91	6.90
C.E. dS/m	0.06	0.18	0.06	0.05
Calcio meq/L	0.38	0.97	0.39	0.33
Magnesio meq/L	0.09	0.64	0.10	0.08
Potasio meq/L	0.02	0.01	0.02	0.01
Sodio meq/L	0.11	0.25	0.11	0.09
SUMA DE CATIONES	0.60	1.87	0.62	0.51
Nitratos meq/L	0.01	0.02	0.01	0.01
Carbonatos meq/L	0.00	0.00	0.00	0.00
Bicarbonatos meq/L	0.58	1.78	0.60	0.62
Sulfatos meq/L	0.09	0.03	0.08	0.05
Cloruros meq/L	0.05	0.05	0.05	0.05
SUMA DE ANIONES	0.73	1.88	0.74	0.73
Sodio %	18.34	13.23	17.46	17.41
RAS	0.22	0.28	0.22	0.20
Boro ppm	0.06	0.00	0.00	0.00
Clasificación	C1-S1	C1-S1	C1-S1	C1-S1

La Molina, 21 de Noviembre del 2014



Dr. Susy García Bendezi
 Jefe del Laboratorio

ANEXO Nº 08: Resultados de laboratorio de análisis de aguas, con fines de riego de la microcuenca de Paucartambo.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE AGUA

SOLICITANTE : GABRIELA ROSENDA MIRANDA ANTICONA
 PROCEDENCIA : PASCO/ PASCO/ PAUCARTAMBO/ UNDAC - AGRONOMIA
 REFERENCIA : H.R. 47624
 BOLETA : 11594

No. Laboratorio	799	800
No. Campo	29	30
pH	6.84	6.99
C.E. dS/m	0.05	0.07
Calcio meq/L	0.30	0.41
Magnesio meq/L	0.08	0.09
Potasio meq/L	0.01	0.02
Sodio meq/L	0.13	0.12
SUMA DE CATIONES	0.52	0.64
Nitratos meq/L	0.01	0.01
Carbonatos meq/L	0.00	0.00
Bicarbonatos meq/L	0.65	0.64
Sulfatos meq/L	0.04	0.09
Cloruros meq/L	0.05	0.05
SUMA DE ANIONES	0.75	0.79
Sodio %	24.99	18.26
RAS	0.30	0.23
Boro ppm	0.00	0.02
Clasificación	C1-S1	C1-S1

La Molina, 21 de Noviembre del 2014



Dr. Saúl García Bendezú
 Jefe del Laboratorio

ANEXO N° 09: Leyenda de resultados de laboratorio de análisis de aguas, con fines de riego de la microcuenca de Paucartambo.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE AGUA

SOLICITANTE : GABRIELA ROSENDA MIRANDA ANTICONA
PROCEDENCIA : PASCO/ PASCO/ PAUCARTAMBO/ UNDAC - AGRONOMIA
REFERENCIA : H.R. 47624
BOLETA : 11594

LEYENDA

- 1) P01/ Río Huambrac-Huambrac
- 2) P02/ Río Puente Huallamayo-Huallamayo
- 3) P03/ Río Puente San Juan-Huallamayo
- 4) P04/ Río Puente Muya-Huallamayo
- 5) P05/A 300 M de la unión del Río Huambrac y el Río Paucartambo-Huallamayo
- 6) P06/ Riachuelo de Loyola-Huallamayo
- 7) P07/ Riachuelo de la Chillipampa-Agomarca
- 8) P08/A 300 M de la Unión del Riachuelo de Chillaypaccha con el Río Paucartambo-Agomarca
- 9) P09/ Riachuelo de Chillaypaccha-Agomarca
- 10) P10/A 300 M de la unión del Riachuelo de Buenos Aires con el Río Paucartambo - Aco
- 11) P11/ Riachuelo Buenos Aires-Aco
- 12) P12/A 300 M de la unión del Riachuelo de Sillaragra con el Río Paucartambo-Aco
- 13) P13/ Riachuelo Sillaragra-Aco
- 14) P14/ Riachuelo de Sexepata-Aco
- 15) P15/A 300 M de la unión del Riachuelo Sexepata con el Río Paucartambo-Aco

La Molina, 21 de Mayo del 2014



Dr. Sady García Bendezu
Jefe del Laboratorio

ANEXO N° 10: Leyenda de resultados de laboratorio de análisis de aguas, con fines de riego de la microcuenca de Paucartambo.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE AGUA

SOLICITANTE : GABRIELA ROSENDA MIRANDA ANTICONA
PROCEDENCIA : PASCO/ PASCO/ PAUCARTAMBO/ UNDAC - AGRONOMIA
REFERENCIA : H.R. 47624
BOLETA : 11594

LEYENDA

- 16) P16/A 300 M de la unión del Riachuelo Pumarauca con el Río Paucartambo-Pumarauca
- 17) P17/ Riachuelo de Mayobamba-Mayobamba
- 18) P18/A 300 M de la unión del Riachuelo Maycor con el Río Paucartambo- Santa Cruz
- 19) P19/ Riachuelo de Cepocho-Aco
- 20) P20/ Riachuelo de Pumarauca-Pumarauca
- 21) P21/A 300 M de la unión del Riachuelo Ñamcay con el Río Paucartambo-Santa Cruz
- 22) P22/ Riachuelo de Ñamcay-Santa Cruz
- 23) P23/ Riachuelo de Maycor -Santa Cruz
- 24) P24/A 300 M de la unión del Riachuelo Ninabamba con el Río Paucartambo -Ishag
- 25) P25/A 300 M de la unión del Riachuelo Callahuayin con el Río Paucartambo -Paucartambo
- 26) P26/ Riachuelo Callahuayin-Paucartambo
- 27) P27/A 300 M de la unión del Río Atapaypan y el Río Huagaychag-Río Paucartambo -Paucartambo
- 28) P28/ Río Atapaypan-Paucartambo
- 29) P29/ Riachuelo Ninabamba-Ninabamba
- 30) P30/ Río Huagaychan-Paucartambo

La Molina, 21 de Mayo del 2014



Dr. Sady García Bendezi
Jefe del Laboratorio

ANEXO N° 11: Interpretación de calidad de aguas para riego de la microcuenca de Paucartambo.

Interpretación de la Calidad de Riego

La salinidad total es determinada por la medición de la conductividad del agua. (CE.) Expresada en unidades de deci Siemens por metro (d Sm¹) o en milimhos por centímetro (mmhos cm⁻¹). También puede ser expresada como la cantidad total de sales disueltas (TDS), donde: TDS (en ppm o mgL⁻¹) = 640 x CE (en d Sm⁻¹ ó mmhos cm⁻¹)

Cuadro 1 Clasificación de las aguas de riego basada en su CE y TDS

Peligro de Salinidad	Características	CE dSm-1	TDS ppm
Bajo (C ₁)	* Bajo peligro de salinidad, no se espera efectos dañinos sobre las plantas y suelos.	<0.25	< 160
Medio (C ₂)	* Plantas sensibles pueden mostrar estrés a sales; moderada lixiviación previene la acumulación de sales en el suelo.	0.25 - 0.75	160 - 500
Alto (C ₃)	* Salinidad afectará a muchas plantas. Requiere: selección de plantas tolerantes a salinidad, buen drenaje y lixiviación.	0.75 - 2.25	500 - 1500
Muy Alto (C ₄)	* Generalmente no aceptable. excepto para plantas muy tolerantes a sales, se requiere excelente drenaje y lixiviación.	> 2.25	>1500

* SAR (Relación de Absorción de Sodio): $SAR = Na \text{ en meq. L}^{-1} / ((Ca + Mg \text{ en meq L}^{-1})/2)^{1/2}$

Cuadro 2 Peligro de Sodio basado en el valor del SAR

Peligro de Na	SAR del agua	Comentarios sobre el peligro de Na
Bajo (S ₁)	<10	* Puede usarse para el riego de casi todos los suelos, sin peligro de destrucción de la estructura.
Medio (S ₂)	10 - 18	* Puede desmejorarse la permeabilidad de suelos de textura fina con alta CIC. Puede usarse en suelos de textura gruesa con buen drenaje.
Alto (S ₃)	18 - 26	* Se producen, daños de lo suelos, por acumulación de Na. Se requerirá intensivas prácticas de aplicación de enmiendas, drenaje y lixiviación.
Muy Alto (S ₄)	>26	* Generalmente no recomendable para el riego excepto en suelos de muy bajo contenido de sales: Se requerirá prácticas de manejo.

* Carbonato de sodio residual. (RCS.) Tercer criterio que se usa para juzgar el peligro de sodio en las aguas de riego. Es definido como: $RCS = (CO_3 + HCO_3) - (Ca + Mg)$.

Cuadro 3 Peligro de Sodio basado en el valor del RSC

Valores de RSC (meq L ⁻¹)	Peligro de Na
> 0 (valores negativos)	* <i>Ninguno.</i> Ca y Mg del agua no participarán como carbonatos, ellos se mantienen Activos para prevenir la acumulación de Na en los sitios de cambio de la CIC.
0 - 1.25	* <i>Bajo.</i> Existe alguna remoción del Ca y Mg del agua de riego.
1.25 - 2.50	* <i>Medio.</i> Apreciable remoción de Ca y Mg del agua de riego.
> 2.50	* <i>Alto.</i> Todo o mayor parte del Ca y Mg del agua de riego es removido como carbonato precipitado produciendo acumulación de Na.

ANEXO Nº 12: Fotos del proceso de esterilización de materiales de muestreo para análisis de laboratorio.



ANEXO N° 13: Fotos de muestreo de aguas para análisis en laboratorio. Punto

N° 3: Puente San Juan – C. P. de Huallamayo.



Punto N° 14: Riachuelo Sexepata – C. P. de Aco.



ANEXO N° 14: Fotos de muestreo de aguas para análisis en laboratorio. Punto

N° 23: Riachuelo de Maycor – Anexo Santa Cruz.



Punto N° 29: Riachuelo de Ninabamba – Distrito de Paucartambo

