

**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**EVALUACION DE LOS PARAMETROS  
FISICOQUIMICOS DE LAS AGUAS SUPERFICIALES DE  
LA MICROCUENCA DE JAQUIRA AFECTADAS POR  
LOS LIXIVIADOS PROVENIENTES DEL BOTADERO  
MUNICIPAL DE LA PROVINCIA DE CUSCO**

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

**MEDALY DELIA QUIROZ NAVARRO**

**ABANCAY - P E R U  
2015**



**EVALUACION DE LOS PARAMETROS  
FISICOQUIMICOS DE LAS AGUAS SUPERFICIALES DE  
LA MICROCUENCA DE JAQUIRA AFECTADAS POR  
LOS LIXIVIADOS PROVENIENTES DEL BOTADERO  
MUNICIPAL DE LA PROVINCIA DE CUSCO**

## **DEDICATORIA**

A Christian y Fabricio, por ser los motores de mi vida y mis dos grandes razones para seguir adelante.

A mis padres Manuel y Delia y a mi hermana Raquel, por ser el apoyo constante para seguir adelante, por creer y confiar siempre en mí, apoyándome en todas las decisiones que he tomado.

A mi esposo y suegros por colaborar con mi formación profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios porque siempre me da fuerzas e ilumina mi camino para llegar a mis objetivos.

A la Universidad Alas Peruanas, por darme la oportunidad de formarme profesionalmente.

A mis docentes tanto de la filial Abancay como de la filial Cusco, por motivar e inculcar el cuidado y solución a los problemas ambientales.

A la Blga. Danitza Valdivia, por el apoyo y el aporte a mi investigación.

A Melquiades Herrera, por ayudarme en los análisis de mis muestras tomadas.

## INDICES Y TABLAS DE CONTENIDO

### Capítulo I

|  |    |
|--|----|
| <b>Planteamiento Metodológico</b> .....                  | 06 |
| 1.1. Descripción de la realidad problemática.....        | 06 |
| 1.2 Delimitaciones de la Investigación                   |    |
| 1.2.1 Espacial .....                                     | 08 |
| 1.2.3 Temporal .....                                     | 11 |
| 1.3 Planteamiento De Problemas De Investigación .....    | 11 |
| 1.3.1 Problema General .....                             | 11 |
| 1.3.2 Problemas Específicos .....                        | 11 |
| 1.4 Objetivos de la Investigación .....                  | 12 |
| 1.3.1 Objetivo General .....                             | 12 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos .....                        | 12 |
| 1.5 Formulación de Hipótesis .....                       | 13 |
| 1.5.1 Hipótesis General .....                            | 13 |
| 1.5.2 Hipótesis Específica .....                         | 13 |
| 1.6 Variable de la Investigación .....                   | 13 |
| 1.6.1 Variable Independiente.....                        | 13 |
| 1.6.2 Variable Dependiente .....                         | 13 |
| 1.6.3 Operacionalización de la Variable.....             | 14 |
| 1.7 Diseño de la Investigación.....                      | 16 |
| 1.7.1 Tipo de Investigación .....                        | 16 |
| 1.7.2 Nivel de Investigación .....                       | 16 |
| 1.7.3 Método de la Investigación .....                   | 17 |
| 1.7.4 Diseño de la Investigación .....                   | 17 |
| 1.8 Población y Muestra de la Investigación.....         | 17 |
| 1.9 Técnicas e instrumentos de recolección de Datos..... | 18 |
| 1.9.1 Técnicas.....                                      | 18 |

|  |    |
|--|----|
| 1.9.2 Instrumentos .....                                   | 20 |
| 1.10 Justificación e Importancia de la Investigación ..... | 21 |
| 1.10.1 Justificación.....                                  | 21 |
| 1.10.2 Importancia .....                                   | 21 |

## Capítulo II

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Marco Teórico.....</b>   | <b>22</b> |
| 2.1 Antecedentes de la Investigación .....  | 22        |
| 2.2 Bases Teóricas.....   | 27        |
| 2.2.1 Generalidades de los Lixiviados .....   | 27        |
| 2.2.1.1 Lixiviados.....   | 27        |
| 2.2.1.2 Características de los Lixiviados .....                                       | 30        |
| 2.2.1.3 Calidad de los Lixiviados .....   | 31        |
| 2.2.1.4. Determinación de la Edad del relleno Sanitario por el tipo de lixiviado..... | 32        |
| 2.2.1.5. Etapas de la generación de Lixiviados .....                                  | 33        |
| 2.2.1.6 Parámetros Físicos.....   | 34        |
| 2.2.1.7 Parámetros Químicos .....   | 35        |
| 2.2.2 Modelización hidrodinámica de los ríos .....                                    | 40        |
| 2.2.3 Pendiente promedio de una Cuenca .....  | 41        |
| 2.2.4 Métodos Volumétricos .....  | 41        |
| 2.3. Marco Conceptual.....  | 42        |

## Capítulo III

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Presentación de Resultados .....</b>             | <b>43</b> |
| 3.1 Confiabilidad y Validación de Instrumento ..... | 43        |
| 3.2 Análisis Cuantitativo de la Variables .....     | 43        |
| 3.3. Pruebas de Normalidad .....                    | 47        |
| 3.4. Resultados .....                               | 51        |

## Capítulo IV

|  |    |
|--|----|
| 4.1. Prueba de Hipótesis General ..... | 67 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| 4.2. Prueba de Hipótesis Específica ..... | 82 |
|---|----|

## **Capítulo V**

|   |     |
|---|-----|
| Conclusiones .....                                      | 91  |
| Recomendaciones.....                                    | 92  |
| Referencias Bibliográficas.....                         | 93  |
| Anexos.....   | 96  |
| Plan de Muestreo de la microcuenca de Jaquira.....      | 96  |
| Ensayo de Laboratorio OEFA 2014.....                    | 101 |
| Ensayo de Laboratorio OEFA 2015.....                    | 102 |
| Informe de Análisis de laboratorio Lixiviados 2015..... | 104 |
| Fotografías aledañas al botadero de Jaquira.....        | 109 |
| Matriz de Consistencia.....                             | 110 |
| Fichas de Campo.....                                    | 111 |
| Fotografías.....  | 113 |

## Índice de Tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla N° 1: Coordenada, Altitud y Distancias entre Puntos Muestreados.....                                    | 09 |
| Tabla N° 2: Operacionalización de las Variables.....  | 15 |
| Tabla N° 03: Cantidad de Residuos Sólidos Urbanos Recolectado del 2001 al 2014 en el Botadero de Jaquira..... | 23 |
| Tabla N° 4: Resultados de los análisis fisicoquímicos del colector general de lixiviados.....                 | 26 |
| Tabla N° 5: Composición típica de un lixiviado.....   | 29 |
| Tabla N° 06: Propiedades Físico-químicas de los lixiviados en estado crudo.....                               | 32 |
| Tabla N° 7: Grado y Porcentaje de Inclinación de la Pendiente.....  | 41 |
| Tabla N° 08: Correlación de los parámetros fisicoquímicos y el caudal.....                                    | 44 |
| Tabla N° 09: Correlación de los parámetros fisicoquímicos y la pendiente.....                                 | 45 |
| Tabla N° 10: Resultados pH.....   | 51 |
| Tabla N° 11: Resultados de cloruros.....  | 52 |
| Tabla N° 12: Resultados de Nitratos.....  | 53 |
| Tabla N° 13: Resultados de la Alcalinidad.....  | 54 |
| Tabla N° 14: Resultados de los Sulfatos.....  | 55 |
| Tabla N° 15: Resultados de la DBO.....  | 56 |
| Tabla N°16: Resultados de los Fosfatos.....   | 57 |
| Tabla N° 17: Resultados de Manganeseo.....  | 58 |
| Tabla N° 18: Resultados de los Cobre.....   | 59 |
| Tabla N° 19: Resultados de los Cromo.....   | 60 |
| Tabla N°20: Resultados de Hierro.....   | 61 |
| Tabla N° 21: Resultados de Aceites y Grasas.....  | 62 |

|   |    |
|---|----|
| Tabla N° 22: Resultados de la conductividad .....                     | 63 |
| Tabla N° 23: Resultados del Oxígeno Disuelto .....                    | 64 |
| Tabla N° 24: Resultados de los sólidos suspendidos .....              | 65 |
| Tabla N° 25: Resultados de los sólidos sedimentables .....            | 66 |
| Tabla N° 26: Nivel de Significancia de 13 parámetros evaluados .....  | 68 |
| Tabla N° 27: Resultados del PH en MINITAB .....                       | 69 |
| Tabla N° 28: Resultados del Cloruro en MINITAB.....                   | 70 |
| Tabla N° 29: Resultados de Nitrato en MINITAB .....                   | 71 |
| Tabla 30: Resultados del Sulfato en MINITAB.....                      | 72 |
| Tabla N° 31: Resultados del DBO5 en MINITAB.....                      | 73 |
| Tabla N° 32: Resultados del Fosfato en MINITAB .....                  | 74 |
| Tabla N° 33: Resultados del Manganeseo en MINITAB.....                | 75 |
| Tabla N° 34: Resultados del Cobre en MINITAB .....                    | 76 |
| Tabla N° 35: Resultados del Cromo en MINITAB .....                    | 77 |
| Tabla N° 36: Resultados del Hierro en MINITAB .....                   | 78 |
| Tabla N° 37: Resultados de Aceites y Grasas en MINITAB .....          | 79 |
| Tabla N° 38: Resultados de Conductividad en MINITAB.....              | 80 |
| Tabla N° 39: Resultados de Oxígeno Disuelto (OD) en MINITAB .....     | 81 |
| Tabla N°40: Prueba específica 1 .....                                 | 82 |
| Tabla N° 41 Resultados de PH en MINITAB de Lixiviados .....           | 83 |
| Tabla N° 42: Resultados de DBO en el MINITAB de Lixiviados.....       | 84 |
| Tabla N° 43: Resultados del Cobre en MINITAB de Lixiviados .....      | 85 |
| Tabla N° 44: Comprobación del Cromo en el MINITAB de Lixiviados ..... | 86 |
| Tabla N° 45: Comprobación del Hierro en el MINITAB de Lixiviados..... | 87 |

## Índice de Gráficos

|   |    |
|---|----|
| Gráficos N° 01 Prueba de Normalidad del PH.....                             | 47 |
| Grafico N° 02: Prueba de Normalidad de Cloruros .....                       | 47 |
| Grafico N° 03 Prueba de Normalidad de Nitratos .....                        | 47 |
| Grafico N° 04: Prueba de Normalidad de Sulfatos .....                       | 47 |
| Grafico N° 05: Prueba de Normalidad de DBO5.....                            | 48 |
| Grafico N° 06: Prueba de Normalidad de Fosfatos .....                       | 48 |
| Grafico N° 07: Prueba de Normalidad de Aceites y Grasas.....                | 48 |
| Grafico N° 08: Prueba de Normalidad de Cromo .....                          | 48 |
| Grafico N° 09: Prueba de Normalidad de OD .....                             | 49 |
| Grafico N° 10: Prueba de Normalidad de Mn .....                             | 49 |
| Grafico N° 11: Prueba de Conductividad .....                                | 49 |
| Grafico N° 12: Prueba de Normalidad de Hierro .....                         | 49 |
| Grafico N° 13: Prueba de Normalidad de Cobre .....                          | 50 |
| Grafico N° 14: Resultados del pH y su comparación con los LMP y ECA .....   | 51 |
| Grafico N° 15: Resultados de cloruros y su comparación con los ECA .....    | 52 |
| Grafico N° 16: Resultados de cloruros y su comparación con los ECA .....    | 53 |
| Grafico N° 17: Resultados de cloruros .....                                 | 54 |
| Grafico N° 18: Resultados de sulfatos y su comparación con los ECA .....    | 55 |
| Grafico N° 19: Resultados de la DBO y su comparación con los ECA y LMP..... | 56 |
| Grafico N° 20: Resultados de la DBO y su comparación con los ECA.....       | 57 |
| Grafico N° 21: Resultados de manganeso y su comparación con los ECA .....   | 58 |

|   |    |
|---|----|
| Grafico N°22: Resultados de cobre y su comparación con los ECA .....            | 59 |
| Grafico N° 23: Resultados de cromo y su comparación con los ECA .....           | 60 |
| Grafico N°24: Resultados de hierro y su comparación con los ECA.....            | 61 |
| Grafico N° 25: Resultados de hierro y su comparación con los ECA.....           | 62 |
| Grafico N° 26: Resultados de la conductividad y su comparación con los ECA..... | 63 |
| Grafico N° 27: Resultados de la conductividad y su comparación con los ECA..... | 64 |
| Grafico N° 28: Resultados de la conductividad .....                             | 65 |
| Grafico N° 29: Resultados de la conductividad .....                             | 66 |
| Grafico N° 30: Comprobación pH en el MINITAB.....                               | 69 |
| Grafico N° 31: Comprobación de Cloruro en el MINITAB .....                      | 70 |
| Grafico N° 32: Comprobación de Nitratos en el MINITAB .....                     | 71 |
| Grafico N° 33: Comprobación de Sulfato en el MINITAB .....                      | 72 |
| Grafico N° 34: Comprobación de DBO5 en el MINITAB .....                         | 73 |
| Grafico N° 35: Comprobación de Fosfato en el MINITAB .....                      | 74 |
| Grafico N° 36: Comprobación de Manganeseo en el MINITAB .....                   | 75 |
| Grafico N° 37: Comprobación de Cobre en el MINITAB .....                        | 76 |
| Grafico N° 38: Comprobación de Cromo en el MINITAB.....                         | 77 |
| Grafico N° 39: Comprobación de Hierro en el MINITAB .....                       | 78 |
| Grafico N° 40: Comprobación de Aceites y Grasas en el MINITAB .....             | 79 |
| Grafico N° 41: Comprobación de Conductividad en el MINITAB .....                | 80 |
| Grafico N° 42: Comprobación de Oxígeno Disuelto (OD) en el MINITAB .....        | 81 |
| Grafico N° 43: Comprobación de PH en el MINITAB de Lixiviados .....             | 83 |

|   |    |
|---|----|
| Grafico N° 44: Comprobación de la DBO en el MINITAB de Lixiviados ..... | 84 |
| Grafico N° 45: Comprobación del Cobre en el MINITAB de Lixiviados ..... | 85 |
| Grafico N° 46: Resultados del Cromo en MINITAB de Lixiviados .....      | 86 |
| Grafico N° 47: Resultados del Hierro en MINITAB de Lixiviados.....      | 87 |

### **Índice de Cuadros**

|  |    |
|--|----|
| Cuadro N°:01 Nivel de Confianza de la Hipótesis Específica 02 .....  | 88 |
| Cuadro N° 02: Nivel de Confianza de la Hipótesis Específica 03 ..... | 89 |

### **Índice de Figura**

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| Figura N° 1: Zona de estudio ..... | 10 |
|------------------------------------|----|



## **RESÚMEN**

Uno de los problemas más graves relacionados con el manejo de los residuos sólidos en el Perú es su disposición final.

Los residuos sólidos generados en la provincia de Cusco tienen como disposición final, el botadero de Jaquira, el mismo que se encuentra en la parte alta de la microcuenca que lleva el mismo nombre. Los lixiviados producidos por el botadero contaminan a las aguas superficiales de la microcuenca. Es por ello que en el presente trabajo, se investiga el grado de contaminación generado por los lixiviados, a partir de la evaluación de los parámetros fisicoquímicos de los lixiviados y de las aguas superficiales que discurre sobre la microcuenca, comparándola con la normatividad existente.

## **ABSTRACT**

One of the most serious problems related to the management of solid waste in Peru's disposal.

The solid waste generated in the province of Cusco have the final disposal, the waste dump Jaquira, the same found in the upper part of the watershed of the same name. Leachate produced by the landfill contaminate surface waters of the watershed. That is why in this paper, the degree of pollution generated leachate from the evaluation of physical-chemical parameters of leachate and surface water that runs over the watershed, compared with the existing regulations is investigated.

## **INTRODUCCIÓN**

Un gran problema que no solo afecta la salud sino también al ambiente es la generación de los residuos sólidos que en la gran mayoría de los países se viene agravando como consecuencia del acelerado crecimiento poblacional, lo que conlleva a la contaminación del ambiente y al deterioro de los recursos naturales.

Uno de los problemas más graves relacionados con el manejo de los residuos sólidos en el Perú es su disposición final.

Hoy en día la disposición final de los residuos sólidos es uno de los problemas que afecta a las poblaciones y al ambiente, puesto que actualmente en el Perú solo existen 10 rellenos sanitarios, los mismos que poseen una infraestructura destinada a la disposición sanitaria y ambiental segura de los residuos sólidos domésticos y comerciales.

El incremento poblacional ocasionan también un incremento en la demanda del servicio de limpieza pública así como la generación de los residuos sólidos que en su gran mayoría son dispuestos en botaderos impactando negativamente y generándose así focos infecciosos para la salud de las personas y el ambiente.

En la disposición final, como producto de la descomposición de la materia orgánica y el agua que ingresa al botadero, por la precipitación pluvial, disuelven sustancias y arrastran partículas contenidas en los residuos sólidos.

De acuerdo al OEFA, el botadero de la provincia de Cusco es considerado como el cuarto botadero más crítico a nivel nacional, puesto que en el son dispuestos más de 340 Tn de residuos sólidos diariamente.

Un factor que agrava la situación crítica del botadero de Jaquira es el mal manejo de los lixiviados, ya que estos se infiltran en el subsuelo alterando manantes y aguas superficiales.

El objetivo de la presente investigación es analizar la variabilidad de los lixiviados generados por el botadero de Jaquira, que posteriormente ingresan al riachuelo Izcuchacayoc alterando a la microcuenca de Jaquira.

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO METODOLOGICO

### 1.1 Descripción de la realidad problemática

Uno de los impactos ambientales más serios provocados por el manejo inadecuado de los residuos sólidos urbanos es la contaminación de las aguas superficiales, las cuales muchas veces son fuentes de abastecimiento directo para la población. La materia orgánica de los residuos provoca una disminución del oxígeno disuelto y un aumento de los nutrientes (nitrógeno y fósforo). Los metales contenidos en los aparatos eléctricos y electrónicos (litio, hierro, aluminio, plomo, níquel, mercurio, cadmio, entre otros) ocasionan contaminación a los cuerpos de agua.

En la provincia de Cusco las aguas superficiales vienen siendo alterado por la generación de lixiviados producidos por el botadero de Jaquira, el cual acopia más de 350 tn de residuos sólidos por día; provenientes de seis distritos de la provincia de Cusco; Saylla, San Sebastián, San Jerónimo, Wanchaq, Santiago y Cusco.

La disposición final de residuos sólidos en la provincia de Cusco, se dispone en el botadero de Jaquira el cual se encuentra ubicado en la parte alta de la quebrada de Jaquira, el mismo que viene siendo manejado por la Sub Gerencia de Obras de la Municipalidad Provincial de Cusco.

Existen diversas fuentes hídricas en la microcuenca Jaquira entre manantes y aguas superficiales, las cuales se encuentran amenazadas por la presencia del botadero.

El inadecuado manejo de los residuos sólidos de la Municipalidad Provincial de Cusco, en la disposición final y principalmente la producción de lixiviados del cual una parte de éste discurre hacia la parte baja de la quebrada de Jaquira, afecta a la comunidad de Jaquira Grande; alterando la calidad los cuerpos de agua de la zona, lo que provoca gran malestar en la población. En la parte baja de la microcuenca, la población se dedica a la agricultura y en menor proporción a la ganadería (crianza de ganado, ovino, aves de corral y animales domésticos), así mismo existen 2 cuerpos de agua que discurren en la microcuenca como son: la quebrada Jaquira con un mínimo caudal y el Riachuelo Izcuchacayoc.

Los lixiviados generados por el botadero de Jaquira discurren libremente por los suelo para luego acumularse en la poza del lixiviados, luego recircular y dirigirse nuevamente al botadero, actualmente este sistema no está en funcionamiento, además una parte de los lixiviados no ingresa a la poza lo que permite que estos discurren por toda la quebrada.

Además de ser un problema de largo plazo, no hay un control eficiente de los lixiviados del botadero. Las autoridades encargadas de la disposición final de los residuos sólidos urbanos no implementan y/o construyen un relleno sanitario a falta de voluntad política incumpliendo la Ley N° 27314; la cual exige que los residuos sólidos urbanos deben disponerse en rellenos sanitarios; sin embargo la legislación peruana no tiene normado los límites máximos permisibles para efluentes de infraestructura de residuos sólidos.

## **1.2 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1 Espacial**

La presente investigación se desarrolló en la microcuenca hidrográfica de Jaquira sobre los 3945 m.s.n.m., la que a su vez pertenece a la cuenca del Vilcanota el tramo muestreado corresponde a la microcuenca de Jaquira el mismo que contiene 3272 metros de distancia que iniciaron en el botadero de Jaquira, donde empieza a discurrir los lixiviados para luego unirse al riachuelo Izcuchacayoc aguas abajo hasta llegar a la comunidad de Cachona. Para ello se tomaron 9 puntos de muestreo los que comprenden 16 parámetros por punto de muestreo.

A 300 metros del botadero se encuentra la comunidad de Jaquira Grande con un aproximado de 30 familias las mismas que practican la agricultura y ganadería en menor escala. Aguas abajo la comunidad de Cachona, dejó de hacer uso de estas aguas por la coloración que presentaba (color oscuro).

El punto MA-01, se ubica sobre los 3945 m.s.n.m. en el que a su vez confluyen los lixiviados provenientes del botadero y se acumulan en una sima para ser distribuido a la poza de lixiviados, pero una parte de este no llega a la poza puesto que se dirige hacia toda la quebrada de Jaquira. El punto MA-02 y MA-03 se ubican en la comunidad de Jaquira Grande, en el que a su vez la comunidad practica la agricultura y ganadería, entre los puntos de muestreo mencionados aflora un cuerpo de agua que satura el suelo a causa de la napa freática.

El punto 04 corresponde a un riachuelo que pasa por la comunidad Jaquira Grande y su toma de muestra se realizó antes que se una a la quebrada de Jaquira.

El punto MA-05 a 100 m. aguas abajo a la unión de la quebrada de Jaquira y del riachuelo Izcuchacayoc.

Los punto MA-06, MA-07, MA-08 y MA-09 se tomaron aguas abajo en las cuales no tiene contacto con las comunidades, y poco accesible a la población excepto la MA- 09 que se

pasa por la comunidad de Cachona, los puntos considerados se muestrearon tomando en cuenta los cambios organolépticos percibidos por la tesista.

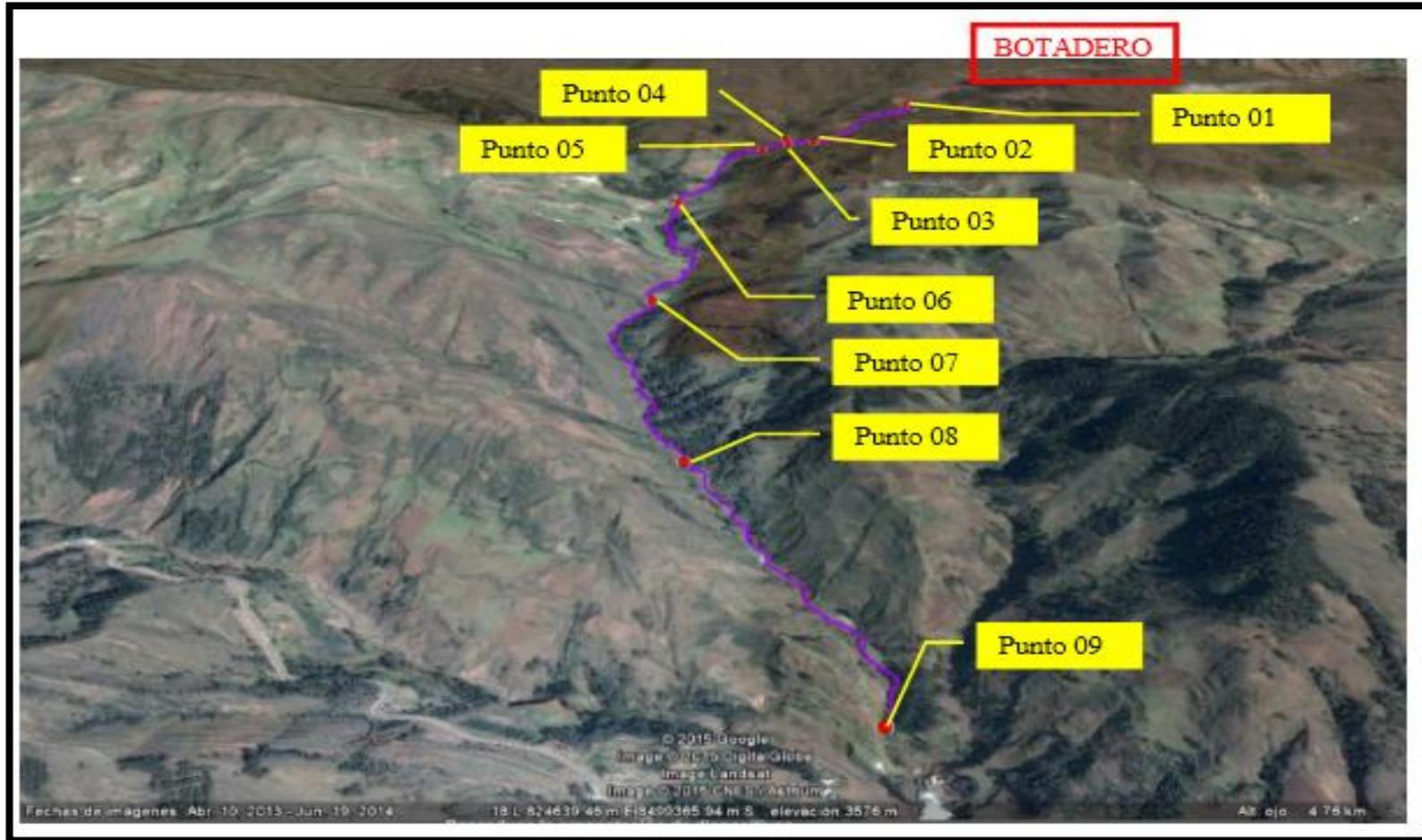
En la tabla N° 1 se muestra las coordenadas de los puntos muestreados y las distancias de cada punto y en la figura N° 1 se puede apreciar la ubicación del área de estudio

**Tabla N° 1: Coordenada, Altitud y Distancias entre Puntos Muestreados**

| PUNTOS<br>MUESTREADOS | X<br>(ESTE) | Y<br>(NORTE) | Z<br>(ALTITUD) | DISTANCIA /PUNTOS (M) |     |
|-----------------------|-------------|--------------|----------------|-----------------------|-----|
|                       |             |              |                |                       |     |
| 1                     | 822901      | 8499694      | 3945           |                       |     |
| 2                     | 823091      | 8499434      | 3848           | PTO1-PTO2             | 355 |
| 3                     | 823074      | 8499357      | 3838           | PTO2-PTO3             | 41  |
| 4                     | 823036      | 8499346      | 3845           | PTO3-PTO4             | 80  |
| 5                     | 823113      | 8499284      | 3822           | PTO4-PTO5             | 85  |
| 6                     | 823504      | 8499099      | 3747           | PTO5-PTO6             | 597 |
| 7                     | 824141      | 8499146      | 3678           | PTO6-PTO7             | 697 |
| 8                     | 824697      | 8499313      | 3552           | PTO7-PTO8             | 689 |
| 9                     | 175908      | 8499740      | 3452           | PTO8-PTO9             | 729 |

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 1: Zona de estudio



Fuente: Elaboración propia

## **1.2.2 Temporal**

La tesis consiste en las siguientes etapas:

La primera etapa fue la elección del tema, planteamiento del problema, marco teórico, revisión bibliográfica, antecedentes, marco legal, justificación, determinar los objetivos, elaboración de hipótesis, identificación de variables, metodología y re revisión de manera constante por los asesores. La primera etapa tuvo una duración de 3 meses.

La segunda etapa de campo, puesto que se realizaron visitas al botadero y a toda la quebrada de Jaquira a efecto de poder evaluar la zona y considerar así las estaciones para su toma de muestra. En esta etapa la evaluación tuvo un tiempo de 2 semanas.

En la tercera etapa se realizaron las tomas de muestras, entrega de muestras a la Universidad San Antonio Abad del Cusco, la cual tuvo un mes de duración hasta la entrega de los resultados las misma que tomó un tiempo de 01 mes. En la siguiente etapa se analizó los resultados y se comprobaron las hipótesis.

En la última etapa se realizaron las conclusiones y recomendaciones de la investigación, haciendo un total de 08 meses tanto planteamiento, ejecución y presentación, la cual consistió de mayo a diciembre de 2015.

## **1.3 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACION**

### **1.3.1. Problema General**

¿En qué medida los lixiviados provenientes del botadero municipal de la provincia de Cusco alteran los parámetros fisicoquímicas de las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira en época de estiaje 2015?

### **1.3.2. Problemas Específicos**

¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos de los lixiviados que superan los Límites Máximos Permisibles?

¿Cuál es la relación que existe entre el caudal y los parámetros fisicoquímicos de los lixiviados y de las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira?

¿Cuál es la relación que existe entre la pendiente y los parámetros fisicoquímicos de los lixiviados y las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira?

## **1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION**

### **1.4.1 Objetivo General**

Evaluar los parámetros fisicoquímicos de las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira afectadas por los lixiviados en época de estiaje 2015.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Evaluar los parámetros fisicoquímicas de los lixiviados provenientes del botadero municipal de la provincia de Cusco.
- ✓ Evaluar la relación entre el caudal y los parámetros fisicoquímicos de los lixiviados provenientes del botadero municipal y las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira.
- ✓ Evaluar la relación entre la pendiente y los parámetros fisicoquímicos de los lixiviados provenientes del botadero municipal y las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira.

## **1.5 FORMULACION DE LA HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION**

### **1.5.1. Hipótesis General**

Los parámetros fisicoquímicas de las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira exceden los Estándares de calidad Ambiental para Agua de categoría 3, en época de estiaje 2015.

### **1.5.2 Hipótesis Específica**

- ✓ Los parámetros fisicoquímicos de los lixiviados provenientes del botadero municipal de la provincia de Cusco exceden los límites máximos permisibles.
- ✓ Existe una correlación entre el caudal y los parámetros fisicoquímicos de los lixiviados provenientes del botadero municipal y las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira
- ✓ Existe una correlación entre la pendiente y los parámetros fisicoquímicos de los lixiviados provenientes del botadero de municipal y las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira

## **1.6. VARIABLE DE LA INVESTIGACION**

### **1.6.1. Variable Independiente**

Las variables independientes consideradas en esta investigación, son el caudal y la pendiente ya que estos tienen las condiciones naturales para que intervengan en la variación de la calidad fisicoquímicos de los lixiviados y de las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira.

### **1.6.2. Variable dependiente**

La variable dependiente considerada en esta investigación son los parámetros fisicoquímicos del lixiviado proveniente del botadero de Jaquira y de las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira, ya que la variación de sus parámetros fisicoquímicos a lo largo de la quebrada va a depender del aspecto hidráulico fluvial del río

que discurre en dicha quebrada y de las condiciones de la época del año para que los parámetros fisicoquímicos varíen.

Las características fisicoquímicas de los lixiviados se va a ver influenciados por la época de estiaje, ya que es época de seca, por lo que la generación de lixiviados es mucho menor que en la época de avenida (lluvia).

### **1.6.3. Operacionalización de la Variable**

En el siguiente cuadro se especifica los procedimientos necesarios se observa las variables y se identifica los términos medibles señalando sus indicadores e índices.

**Tabla N° 2: Operacionalización de las Variables**

| Variable  | Dimensión                      | Indicador             | Índice |
|---|--------------------------------|-----------------------|--------|
| Parámetros fisicoquímicos                             | Parámetros físicos             | Conductividad         | mg/l   |
|   | Parámetros químicos            | DBO                   | mg/l   |
|   |                                | pH                    | mg/l   |
|   |                                | Sólidos suspendidos   | mg/l   |
|   |                                | Sólidos sedimentables | mg/l   |
|   |                                | Cloruros              | mg/l   |
|   |                                | Alcalinidad           | mg/l   |
|   |                                | Sulfatos              | mg/l   |
|   |                                | Fosfatos              | mg/l   |
|   |                                | Manganeso             | mg/l   |
|   |                                | Cromo                 | mg/l   |
|   |                                | Cobre                 | mg/l   |
|   |                                | Hierro                | mg/l   |
| OD  | mg/l                           |                       |        |
| Aceites y grasas                                      | mg/l                           |                       |        |
| Pendiente media del cauce                             | Desnivel altitudinal           | Altitud máxima        | km     |
|   |                                | Altitud mínima        | km     |
|   | longitud del cauce             | Distancia             | km     |
| Caudal de los lixiviados y de las aguas superficiales | Área de la sección transversal | Longitud              | m      |
|   |                                | Ancho                 | m      |
|   | Velocidad                      | Longitud              | m      |
|   |                                | tiempo                | s      |

Fuente: Elaboración Propia

## **1.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACION**

### **1.7.1. Tipo de Investigación**

Por el tipo de investigación, el presente estudio reúne las siguientes condiciones metodológicas:

Según la fuente de información: Investigación de Campo, puesto que los datos se recolectaron insitu.

Según el nivel de medición y análisis de la información: Investigación Cualitativo-cuantitativo, porque a partir de los datos obtenidos y validados en el software MINITAB, se describirán los hechos se explicara el comportamiento de las variables e indicadores.

Según la ubicación Temporal: Investigación Transversal, ya que se estudian las variables en determinado momento, haciendo un corte en el tiempo y es una investigación Dinámica, ya que al transcurrir el tiempo y en el espacio las variables varían a lo largo de la microcuenca.

### **1.7.2. Nivel de Investigación**

De acuerdo a la naturaleza del estudio de la investigación, reúne por su nivel las características de un estudio, correlacional, explicativo y descriptivo.

La tesis se enmarca en el nivel de investigación correlacional, puesto que verifica y correlaciona las variables, midiendo el grado de relación directa o indirecta entre dichas variables durante la investigación planteada la variación de una influye en el comportamiento de la otra variable; de otro lado, también es una investigación explicativa, porque que se comprueba la hipótesis planteada y explica los fenómenos ocurridos en la relación a los lixiviados que discurren en la microcuenca de Jaquira, por lo tanto, está dirigida a responder las interrogantes planteadas en la propia hipótesis. Descriptivo porque describir los hechos como son observados.

### **1.7.3. Método de la Investigación**

Los principales métodos que se utilizaron en la investigación fueron: Análisis, síntesis, deductivo, inductivo, descriptivo, estadístico.

### **1.7.4. Diseño de la Investigación**

La presente investigación presenta el siguiente diseño:

Diseño transversal descriptivo, puesto que el presente estudio tiene como objetivo indagar la incidencia y los valores en que se manifiesta una o más variables.

Diseño transversal correlacional: se encargan de describir relaciones entre dos o más variables en un momento determinado.

Diseño transversal correlacional/causal: las causas y efectos ya ocurrieron en la realidad estaban dados y manifestados y la investigadora los observa y reporta.

## **1.8. POBLACION Y MUESTRA DE LA INVESTIGACION**

La población considerada en esta investigación, es el cuerpo de agua que discurre sobre la microcuenca de Jaquira, con un recorrido de 3,2Km, de los cuales se tomaron 9 puntos de muestreo con el objetivo de coleccionar una porción de material que represente una composición verdadera de muestra. Estas actividades son de primordial importancia para asegurar que los datos tengan validez y calidad. Se realizó un plan de muestreo en el efluente (lixiviado) y en el cuerpo de agua superficial de la microcuenca (Anexo 01)

La toma de muestra se realizó en base a la Red de Monitoreo establecida en el diagnóstico de la calidad del agua, considerado características hidrográficas del recurso hídrico, las actividades antropogénicas, los usos del agua, la identificación de fuentes contaminantes y las condiciones hidrodinámicas en cuerpos de agua.

## **1.9 TECNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS**

### **1.9.1. Técnicas**

Descripción de las Técnicas que se utilizaron, según lo descrito por el protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales:

#### **1.9.1.1 Técnicas de Muestreo**

La técnica de muestreo en esta investigación fue realizar la muestra de tipo puntual con el método manual.

- **Tipo de Muestra Realizada**

El tipo de muestra en esta investigación fue puntual, también llamada simple, es la muestra recolectada en un sitio específico durante un periodo corto, de minutos a segundos. Representa un instante de tiempo y un punto en el espacio del área de muestreo.

- **Tipo de Método de Recolección**

El tipo de método en esta investigación fue manual, este método de recolección es el más simple e involucra equipamiento mínimo. Sin, embargo, puede resultar laborioso en programas de muestreo extendidos en el espacio o el tiempo.

#### **1.9.1.2 Técnicas para Recolectar Información**

Es importante considerar las etapas que se tiene que dar en todo proceso de muestreo; para que la muestra sea lo más representativa posible y así asegurar la integridad desde su recolección hasta el reporte de los resultados es por ello que se consideró la técnica de recolección descrita en el protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales de la Dirección General de Salud Ambiental “DIGESA” según lo siguiente:

- **Se realizó la caracterización**

Se realizó la caracterización general y detallada de la microcuenca en evaluación. Anexo 01).

- **Se ubicó el punto de muestreo y se registró los datos de campo:**

### **a) Ubicación del punto de muestreo.**

Se ubicó e identificó los puntos de muestreo con el equipo de posicionamiento (GPS), el mismo que registró en coordenadas UTM y en el sistema WGS84.

#### Accesibilidad

Se determinó un rápido y seguro acceso al lugar establecido para la toma de la muestra.

### **b) Representatividad:**

Se evitó zonas de embalse o turbulencias no característicos del cuerpo de agua. Se eligió un punto en donde el río estuvo lo más regular, accesible y uniforme en profundidad. Se consideró una referencia para la ubicación de un punto de monitoreo pudiendo ser un puente, roca grande y árbol. Además se ubicó el punto de muestreo cerca de una estación de aforo para que se pueda tomar simultáneamente los datos del flujo.

El punto de muestreo aguas arriba está ubicado lo suficientemente distante para asegurarse que no exista influencia de la descarga de un efluente líquido, pero aguas abajo de cualquier descarga que pudiera influir en las características de calidad del agua.

Se ubicaron 05 puntos de muestreo aguas debajo de la descarga mezclado completamente con el agua receptora dependiendo del caudal de la misma y de accesibilidad.

Todos los puntos de muestreo se georeferenciaron para plasmarlos en mapas, de manera que se pueda retornar a ellos con facilidad. Se fotografió el lugar y se tomó nota de las características geográficas y se marcó una referencia en el punto de muestreo.

### **1.9.1.3 Medición de Caudales**

Se usaron dos métodos para medir el caudal en la quebrada de Jaquira; el método del flotador y el método volumétrico, según lo descrito por el protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales:

#### **a) Método Volumétrico**

Se empleó este método porque los caudales eran muy pequeños y solo se requerían de un recipiente y de calcular el tiempo que transcurre en coleccionar dicho volumen, esto se repitió hasta en 6 ocasiones en los mismos puntos para luego sacar el promedio.

$$Q = V / T$$

**Donde:**

Q: Caudal m<sup>3</sup> /s

V: Volumen en m<sup>3</sup>

T: Tiempo en segundos

**b) Método del Flotador**

El método del flotador se utilizó ya que no se tenía equipos de medición y para este fin se tomó área de la sección y la velocidad del agua, para medir la velocidad se utilizó un flotador con él se midió la velocidad del agua de la superficie. El cálculo consistió en la siguiente fórmula:

$$Q = A \times v$$

Donde:

V: e / t

V: es la velocidad en m / s

e: espacio recorrido en m del flotador

t : tiempo en segundos del recorrido e por el flotador

A: Área de la sección transversal

Q: Caudal

**1.9.1.4 Registro de datos de campo.**

La ficha de campo utilizada contiene información de datos personales de quien tomó las muestras, ubicación del punto de muestreo, fecha del muestreo, localidad, distrito, descripción de la zona y georeferenciación del punto de muestreo. Los datos mencionados en la Ficha de Registro se muestran en el Anexo 1

**1.9.2. Instrumentos**

Los instrumentos utilizados para la obtención de los datos en esta investigación son los siguientes:

- Fichas técnicas de campo, las mismas que permitieron la obtención de los datos in situ, como velocidad del flujo de agua, altitud, georeferenciación del punto muestreado, descripción del área muestreada, punto de muestreo, Parámetros considerados en la muestra.

- Carta nacional, permitió obtener la ubicación exacta de la zona de estudio
- GPS, sistema de posicionamiento global el cual se utilizó para la georreferenciación de cada punto muestreado.

## **1.10. JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION**

### **1.10.1. Justificación**

La presente investigación analiza la variación de las aguas superficiales que discurre a lo largo de la microcuenca afectados por los lixiviados del botadero municipal, con la finalidad de conocer el comportamiento de estos. Los datos obtenidos permitirán conocer las condiciones del cuerpo receptor natural (río).

Asimismo la investigación demostrará si los lixiviados afectan a todo el cuerpo del agua que discurre en la microcuenca a su vez se podrá analizar la variación en cada punto muestreado y si estos se encuentran dentro de los Estándares de Calidad Ambiental para Aguas de Clase 3 (Riego de Vegetales y Bebida de Animales).

De la misma manera la investigación permitirá también conocer si el manejo del botadero se realiza de manera técnica de tal manera no afecte a los cuerpos de agua de la quebrada de Jaquira.

### **1.10.2 Importancia**

La presente investigación resulta de gran importancia puesto que se ponen en conocimiento las características de los lixiviados que se generan en el botadero de Jaquira y porque permite realizara futuros procesos de tratamiento.

## **Capítulo II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. Antecedentes de la investigación**

La Municipalidad Provincial de Cusco, realiza la gestión de residuos sólidos a través de SELIP (Servicio de Limpieza Publica), como entidad desconcentrada de la municipalidad, cuenta con el estudio de caracterización de residuos Sólidos del año 2012, donde la producción percapita de residuos sólidos domiciliarios es de 0,85kg/hab./día.

La Municipalidad Provincial de Cusco cuenta con el Plan Integral de Gestión de Residuos Sólidos – PIGARS 2013, asimismo cuenta con un programa de segregación en la fuente y segregación colectiva de residuos sólidos domiciliarios.

La Municipalidad Provincial cuenta con el Proyecto “Ampliación y Mejoramiento del Sistema de la Gestión Integral de Residuos Sólidos en la Provincia de Cusco- Región Cusco”, registrado en el banco de proyectos desde el 2012, dicho proyecto cubre los distritos de Saylla, Cusco, Ccorca, Poroy, San Sebastián, Santiago, San Jerónimo, Wanchaq. A la fecha dicho proyecto se encuentra a nivel de expediente técnico y está a

cargo del proyecto especial PER PLAN COPESCO del Gobierno Regional del Cusco. Uno de los componentes del proyecto es la construcción de un relleno sanitario.

El botadero de Jaquira en el año 2014 recibió un ingreso total de residuos sólidos de 123.110.00 toneladas métricas siendo la producción en porcentajes de los distritos: Cusco 42.40%, Wanchaq 23.03%, Santiago 15,61%, San Sebastián 11.80%, San Jerónimo 6.75%, Saylla 0.19%, Anta 0.16%, Ccorca 0.05%, la Municipalidad Provincial de Cusco cobra un porcentaje por tonelada métrica de residuos sólidos a disponer en el botadero de Jaquira. SELIP 2015.

El botadero de Jaquira no cuenta con licencia sanitaria ni certificación ambiental, y hasta la fecha no cuenta con Plan de cierre y recuperación del botadero de Jaquira.

La disposición final en el sector Jaquira es a cielo abierto, y se ubica a 7.5 km de la ciudad de Cusco, tiene una extensión aproximada de siete (07) hectáreas, su funcionamiento data del año 2001, el uso de terreno responde al convenio de cooperación entre el grupo Campesino Jaquira Grande y la Municipalidad Provincial de Cusco, firmado el 18 de octubre del 2006. (OEFA 2015).

Según datos de SELIP, el botadero ha recibido anualmente:

**Tabla N° 03: Cantidad de Residuos Sólidos Urbanos Recolectado del 2001 al 2014 en el Botadero de Jaquira**

| <b>AÑO</b> | <b>Cantidad en Toneladas Colectadas anualmente</b> | <b>Cantidad en Toneladas Colectadas Diariamente</b> |
|------------|--|---|
| 2001       | 69297  | 189.85  |
| 2002       | 61523  | 169.43  |
| 2003       | 67319.75   | 183.27  |
| 2004       | 71810.54   | 195.32  |
| 2005       | 63949.28   | 175.20  |
| 2006       | 74471.65   | 204.03  |
| 2007       | 78380.57   | 214.74  |
| 2008       | 85124.49   | 233.22  |

| <b>AÑO</b> | <b>Cantidad en Toneladas<br/>Colectadas anualmente</b> | <b>Cantidad en Toneladas<br/>Colectadas Diariamente</b> |
|------------|--|---|
| 2009       | 92321.66   | 256.45  |
| 2010       | 95209.87   | 264.27  |
| 2011       | 98349.08   | 273.19  |
| 2012       | 113428.15  | 315.08  |
| 2013       | 121935   | 338.71  |
| 2014       | 89688  | 332.18  |

Fuente: SELIP 2015

**Espinosa, López, Pellón, Robert, Díaz, González...Fernández (2010), Análisis del comportamiento de los lixiviados generados en un vertedero de residuos sólidos municipales de la ciudad de la habana. Revista internacional de contaminación ambiental, México,** Los resultados alcanzados en el presente trabajo demuestran el importante efecto ambiental negativo de los lixiviados generados en el vertedero de Calle 100, teniendo en cuenta que se sobrepasan los Límites Máximos Permisibles Promedio de la Norma Cubana de Vertimiento de Aguas Residuales y la carga orgánica que se dispone directamente en el río, a su paso por el vertedero.

Se observó una franca tendencia hacia la basicidad (los valores de pH siempre fueron superiores a 7). Los mayores valores de este indicador correspondieron a puntos que se encontraban dentro del propio vertedero. La conductividad eléctrica (CE) osciló entre 1310 y 13 130  $\mu\text{S cm}^{-1}$  y C1 mostró valores significativamente superiores ( $\alpha = 0.05$ ) al resto de los puntos. Las concentraciones de oxígeno disuelto (OD) fueron cero para la mayoría de los puntos, indicando anoxia en ellos.

Se realiza una comparación entre los promedios de los resultados obtenidos en las estaciones de lluvia y de seca. La mayoría de los resultados de los indicadores estudiados mostraron una reducción de sus valores medios debido a su dilución por el agua de lluvia, además de que los propios RSU tenían mayor humedad. Esto provoca una solubilización de los contaminantes obtenidos a partir de la descomposición de la masa de los residuos hacia los lixiviados que emanan del vertedero. De este comportamiento se exceptúan el OD (por la consiguiente oxigenación provocada por la penetración del agua de lluvia en la masa de los residuos)

**Mamani C. (2010)** durante 22 años el botadero de K'ara K'ara ha desempeñado funciones, lejos de cualquier norma ambiental, producto de la negligencia y la falta de voluntad de las autoridades de turno, tanto de la Alcaldía y la Prefectura de Cochabamba y sus respectivas direcciones de medio ambiente. Según estudios de análisis realizados del agua de los pozos profundos en K'ara K'ara y Santa Vera Cruz, por parte del Centro de Aguas y Saneamiento Ambiental (CASA) de la UMSS, muestra un alto contenido de sulfatos y cloruros, valores que están muy por encima de la norma establecida. También el estudio realizado por Sergeomin a los suelos del sector en el año 1999 y ratificada por la Auditoría Ambiental realizada por la contraloría en el año 2001, demuestran que los análisis realizados a los lodos que se encuentran dentro el Botadero, también contienen concentraciones altas de cloruros y sulfatos y que estos contaminantes son generados por botaderos de basura como el de k'ara k'ara.

**Corimanya Y,Arque E., Gutierrez E. (2013), Estudio Geoambiental del Botadero de Jaquira**, Universidad San Antonio Abad del Cusco, Cusco,el objetivo fue realizar el estudio geoambiental del botadero de Jaquira, mediante la metodología de reconocimiento de campo, mapeo geológico y elaboración de mapas, la composición del análisis fisicoquímico del agua de lixiviación muestra alto contenido de sulfatos, cloruros, sodio, potasio y bicarbonatos, estas sales proceden de la descomposición de los residuos sólidos, que son incorporados al agua de lixiviación.

El alto contenido de sales en la composición del agua de lixiviación, demuestra su acción corrosiva.

El PH del agua de lixiviación tiende a ser básico por el alto contenido de sales, principalmente de sulfatos y bicarbonatos ( $\text{Cl}^-$ ;  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Na}^{++}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{K}^{++}$ ).

De acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio de control ambiental DIRESA-CUSCO se tiene que el lixiviado de la posa de captación, se encuentra contaminado por coliformes totales y termo tolerantes.

Respecto a los resultados obtenidos para el riachuelo Izcuchacayoc, los niveles de contaminación por coliformes se incrementan aguas abajo del punto de unión con el cauce de la fuente proveniente de la parte al del botadero de Jaquira, de la misma manera los niveles de Oxígeno disuelto, Conductividad y temperatura varían en el riachuelo Izcuchacayoc, aguas abajo debajo de la unión del cauce proveniente de dicho botadero.

**Tabla N° 4: Resultados de los análisis fisicoquímicos del colector general de lixiviados**

| <b>Parámetros</b>          | <b>Resultados</b> |
|----------------------------|-------------------|
| Turbidez                   | >1000             |
| PH                         | 7.62              |
| Dureza total               | 5,712.00          |
| Calcio                     | 18,39.2           |
| Magnesio                   | 234.23            |
| Cloruro                    | 10,946.00         |
| Conductividad              | 23,800.00         |
| Total de solidos disueltos | 24,120.00         |
| Sulfatos                   | 2,755.00          |
| Bicarbonato                | 1,585.50          |
| Hierro                     | 12.46             |

Fuente: SELIP

Entre las unidades Geomorfológicas locales, se tiene laderas moderadas, quebradas, poco profundas, cárcavas y terrazas con declives pronunciados. Las quebradas y laderas de montaña, están predominadas por areniscas, lutitas y arcillas; son de formas suaves y pendientes moderadas, lo que indica un antiguo y acentuado desgaste con deslizamientos, flujos de detritus y erosión superficial.

La quebrada de Jaquira se encuentra al nor oeste de la ciudad de Cusco, tiene poca profundidad, se emplaza en la formación Kayra, formada por areniscas en donde en la parte baja se encuentra la población de Jaquira.

La formación de cárcavas, una forma grave de erosión del suelo, es un proceso geológico natural que puede verse acelerado por actividades del hombre como es en este caso la excesiva filtración de aguas lixiviadas. La erosión afecta a la capacidad de absorción del suelo y añade sedimentos a las aguas superficiales de la quebrada aledaña.

**OEFA (2014)** Realizó un diagnóstico cuyo título fue monitoreo ambiental del botadero de Jaquira, en agosto del 2014, administrado por la Municipalidad provincial del Cusco; el objetivo fue informar sobre el monitoreo ambiental realizado en el botadero de Jaquira,

la metodología usada fue en base al protocolo de monitoreo de efluentes Líquidos y Emisiones aprobado por resolución Ministerial N°026-2000-ITINCI:DM. (Anexo 02)

Los resultados de las muestras de agua superficial (lixiviado) realizado en agosto del 2014 no son comparables, puesto que no existe normativa para efluentes de estructuras de residuos sólidos.

### **OEFA (2015)**

El monitoreo fue realizado en el marco del Plan Operativo Institucional del OEFA, el cual consideró la realización de monitoreos ambientales en aquellos lugares donde se realizan inadecuadas disposiciones de residuos sólidos a nivel nacional, siendo que el botadero de Jaquira fue considerado como uno de ellos. De acuerdo a la evaluación realizado en campo y basado en la resolución Jefatural N° 202-2010-ANA de fecha 22 de marzo del 2010 se clasifica en categoría 03 y clase 03: Riego de Vegetales y Bebida de Animales para su comparación descrito en el Decreto Supremo N°002-2008-MINAM superan los estándares de calidad ambiental en los siguientes parámetros: DBO, DQO, aceites y grasas, boro, arsénico, níquel, bario, calcio, hierro y manganeso. Anexo (03)

## **2.2 Bases Teóricas**

### **2.2.1 Generalidades de los Lixiviados**

#### **2.2.1.1. Lixiviado**

Líquido proveniente de los residuos, el cual se forma por reacción, arrastre o percolación y que contiene disueltos o en suspensión elementos o sustancias que se encuentren en los mismos residuos, según el Reglamento de la Ley N° 27314.

Se puede definir el lixiviado como el líquido que se filtra a través de los residuos sólidos y que extrae materiales disueltos o en suspensión, Fornieles. (2011)

Fernández (2006), afirma que la materia orgánica presente en los residuos sólidos urbanos (RSU) se degrada formando un líquido contaminante, de color negro y de olor muy penetrante, denominado lixiviado. Además, este líquido arrastra todo tipo de

sustancias nocivas: Se han encontrado hasta 200 compuestos diferentes, algunos de ellas tóxicos y hasta cancerígenos. La humedad de los residuos y la lluvia son los dos factores principales que aceleran la generación de lixiviados.

El lixiviado es el líquido que tiende a acumularse en el fondo del vertedero y que resulta del agua de lluvia y de escorrentía que puedan entrar dentro del vaso del vertedero, del agua contenida en los residuos y de la producida en la descomposición. Contiene sustancias orgánicas disueltas (elevada DBO y DQO), nutrientes (N y P) y sales (elevada conductividad eléctrica); puede también presentar metales pesados y agentes infecciosos. Los indicadores químicos que más frecuentemente y con mayor intensidad se incrementan en las aguas de lixiviación con respecto a las aguas limpias de entrada al vertedero son: sólidos en suspensión, conductividad, DQO, DBO5, NH3, NO2, NO3, nitrógeno Kjeldahl, cloruros, fósforo, y hierro. Así mismo se encontrarán metales pesados en mayor o menor proporción cuando dichos metales estén presentes entre los componentes de la basura. También hay que tener en cuenta que los lixiviados salen normalmente con un importante nivel de contaminación biológica y pueden estar contaminados con microorganismos patógenos (Fuertes, 2009).

Trejo (1999), afirma que según estudios realizados en los Estados Unidos, sobre los principales constituyentes de lixiviados en rellenos sanitarios incluye una lista de más de 40 compuestos orgánicos, que dependen de los residuos sólidos depositados. Los contaminantes más importantes en el lixiviado son DBO, DQO, cloruros y nitratos.

La mayor parte de los lixiviados tienen su origen en las precipitaciones climatológicas y por lo tanto, cuanto más favorable sea el balance hídrico (menos lluvia y más evaporación) menor será el volumen generado y menor será el riesgo. Ramos (2003)

La composición típica de los lixiviados se muestra en la tabla N° 6, hay que saber que hay un rango de valores, para cada parámetro. El lixiviado de los vertederos jóvenes es más contaminante que de los antiguos. Con el tiempo el pH cambia de ligeramente ácido a neutro y la relación de DBO/DQO disminuye. La mayoría de lixiviados recogido actualmente se trata con el agua residual municipal o, en algunos casos, plantas depuradoras específicas se ocupan del tratamiento del lixiviado. Los vertederos se pueden diseñar con recirculación de lixiviados de las etapas nuevas a las viejas en condiciones anaerobias totales. Esta recirculación hace uso del efecto del reactor biológico anaerobio de los vertederos más antiguos para reducir gran demanda de oxígeno de los lixiviados jóvenes. Las condiciones climáticas más adecuadas para ello son las secas.

El lixiviado se trata in situ en forma convencional en una planta depuradora adyacente o bien se transporta a una planta de ese tipo, en algunos casos (climas secos), el lixiviado se recoge y se pulveriza sobre el vertedero, esto sirve para disminuir el nivel de contaminación. El lixiviado también se analiza regularmente para hallar su fuerza y composición. Kiely (1999).

**Tabla N° 5: Composición típica de un lixiviado**

| <b>Valores en mg/l</b>            |                              |               |                       |
|-----------------------------------|------------------------------|---------------|-----------------------|
| <b>Compuesto</b>                  | <b>Vertedero &lt; 2 años</b> |               | <b>Más de 10 años</b> |
|                                   | <b>Rango</b>                 | <b>Normal</b> | <b>Normal</b>         |
| <b>DBO5</b>                       | 2,000-30,000                 | 10,000        | 100-200               |
| <b>COT(Carbón organico total)</b> | 1,500-20,000                 | 6,000         | 80-160                |
| <b>DQO</b>                        | 3,000-60,000                 | 18,000        | 100-500               |
| <b>Sólidos en suspensión</b>      | 200-2,000                    | 500           | 100-400               |
| <b>Nitrógeno organico</b>         | 10-800                       | 200           | 80-120                |
| <b>Nitrógeno amoniacal</b>        | 10-800                       | 200           | 20-40                 |
| <b>Nitratos</b>                   | 5-40                         | 25            | 5-10                  |
| <b>Fosfatos total</b>             | 5-100                        | 30            | 5-10                  |
| <b>Orta fósforo</b>               | 4-80                         | 20            | 4-8                   |
| <b>Alcalinidad CaCO3</b>          | 1,000-10,000                 | 3,000         | 200-1,000             |
| <b>pH</b>                         | 4,5-7,5                      | 6,0           | 6,6-7,5               |
| <b>Total dureza como CaCO3</b>    | 300-10,000                   | 3,500         | 200-500               |
| <b>Calcio</b>                     | 200-3,000                    | 1,000         | 100-400               |
| <b>Magnesio</b>                   | 50-1,500                     | 250           | 50-200                |
| <b>Potasio</b>                    | 200-1,000                    | 300           | 50-400                |
| <b>Sodio</b>                      | 200-2,500                    | 500           | 100-200               |
| <b>Cloruros</b>                   | 200-3,000                    | 500           | 100-400               |
| <b>Sulfatos</b>                   | 50-1,000                     | 300           | 20-50                 |
| <b>Hierro total</b>               | 50-1,200                     | 60            | 20-200                |

Fuente: Castells (2012)

### **2.2.1.2. Características de los lixiviados**

El lixiviado, esto es, el líquido contaminado que drena de un relleno sanitario, varía ampliamente en cuanto su composición, según la antigüedad del relleno y del tipo de residuos que contiene. Glynn J., GaryW (1999). Los residuos de sustancias contaminantes empiezan a escurrir por gravedad hacia el fondo del basurero, se mezclan con otro tipo de residuos y con la humedad y líquidos que tiene el entierro de basuras, de aquí se forman los lixiviados Glynn J., GaryW (1999). De acuerdo con Seoáñez y sus colaboradores (1999) los tiraderos de basura municipal son responsables por la degradación ambiental en la forma de malos olores, contaminación de acuíferos, contaminación de aguas superficiales, contaminación de suelos, contaminación atmosférica, contaminación de microorganismos patógenos, presencia de residuos peligrosos, degradación del paisaje e incendios frecuentes.

Hay que resaltar que la composición química de los lixiviados variará mucho según la antigüedad del vertedero y la historia previa al momento de muestreo. Por ejemplo, si se recoge una muestra de los lixiviados durante la fase ácida de la descomposición, el pH será bajo y las concentraciones de DBO5, COT, DQO, nutrientes y metales pesados serán altas.

Durante la fase de fermentación del metano, el pH estará dentro del rango de 6,5 a 7,5, y los valores de concentración de DBO5, COT, DQO y de los nutrientes serán significativamente más bajos. Similarmente, serán más bajas las concentraciones de metales pesados porque la mayoría de los metales son menos solubles para valores de pH neutros.

Los lixiviados se clasifican de acuerdo a su composición, y tanto la calidad como la cantidad de ellos, varía sustancialmente entre sitios y estaciones, dependiendo de factores como el contenido de humedad de los residuos dispuestos; la hidrogeología específica del sitio; el diseño, operación y edad del relleno sanitario; así como la biodegradabilidad relativa de los diferentes contaminantes orgánicos presentes en el relleno sanitario (Reinhart y Townsend, 1998).

La calidad de los lixiviados en un relleno sanitario varía grandemente en el tiempo, al igual que con el tipo de relleno sanitario que se tenga. En particular vale la pena mencionar las diferencias que se tienen en las calidades de los lixiviados entre aquellos de los países desarrollados con los de los países en vía de desarrollo. De manera resumida

se puede decir que los lixiviados de los rellenos sanitarios de los países en desarrollo presentan concentraciones mucho mayores de DBO, amoníaco, metales y sustancias precipitables que aquellos de países desarrollados E. Giraldo (1997).

Es en estos lugares de acumulación de basura, donde se desprende un líquido que provoca una de las mayores afectaciones al ambiente, y es conocido propiamente con el término de lixiviado. Este líquido proviene de desechos muy heterogéneos en composición y arrastra todo tipo de contaminantes muchos de ellos en concentraciones elevadas, por lo que es catalogado como uno de los más complejos y difíciles de tratar (Luna et al. 2007), al contener concentraciones elevadas de contaminantes orgánicos e inorgánicos incluyendo ácidos húmicos, nitrógeno amoniacal y metales pesados, además de sales. Los lixiviados se clasifican de acuerdo a su composición, y tanto la calidad como la cantidad de ellos varían sustancialmente entre sitios y estaciones, dependiendo de factores como el contenido de humedad de los residuos dispuestos; la hidrogeología específica del sitio; el diseño, operación y edad del relleno sanitario; así como la biodegradabilidad relativa de los diferentes contaminantes orgánicos presentes en el relleno sanitario. Aunque no es posible hablar de una composición promedio, pueden manejarse valores típicos a manera de contar con una referencia. (Najera).

### **2.2.1.3. Calidad de los Lixiviados**

La calidad de los lixiviados varía en el tiempo en un relleno sanitario. De igual forma se encuentra diferencia entre los lixiviados de los países desarrollados con los de los países en vía de desarrollo. Los lixiviados de los países en desarrollo presentan concentraciones mayores de DBO, amoníaco, metales y sustancias precipitables a los lixiviados de los países desarrollados. Estas características tienen implicaciones para la operatividad y el rendimiento de los procesos de tratamiento y se debe tener en cuenta al seleccionar la tecnología que se debe aplicar.

Los residuos sólidos de los países en desarrollo, tienen altos contenidos de materia orgánica fácilmente biodegradable (MOFBD), que a su vez aporta alto contenido de humedad y por su proceso de descomposición produce altas concentraciones de ácidos grasos volátiles y de amoníaco. Estos ácidos se diluyen fácilmente en el lixiviado del relleno sanitario, le bajan el pH y contribuyen a la solubilización de los metales presentes en los residuos dispuestos en el relleno. El lixiviado joven es más contaminante que el lixiviado viejo, donde las concentraciones de las sustancias disminuyen continuamente en

el tiempo. Un relleno siempre va a tener una parte que aporta lixiviado joven (la que se está rellenando en ese momento) otra parte que tiene lixiviado maduro (las que tienen unos años) y otras lixiviado viejo (las que tienen más de cinco años) (Noeggerath, 2011).

#### 2.2.1.4. Determinación de la edad del Relleno Sanitario por el tipo de Lixiviados

Los lixiviados en función de la edad de la tabla N° 7, se observa que los lixiviados jóvenes contienen la mayor carga orgánica DBO mayor a 3000 mg/L.

Por su parte, el lixiviado catalogado como viejo registra una menor carga orgánica con una relación DBO. Cabe aclarar, que esta relación es de suma importancia en la definición del sistema de tratamiento a seguirse en la depuración de estos líquidos. Así, para lixiviados jóvenes como primera etapa de tratamiento, siempre será recomendable pensar en sistemas biológicos; mientras que para un lixiviado viejo, dada su baja biodegradabilidad, los procesos fisicoquímicos se convierten en la mejor opción.(Najera)

La Tabla N° 6 muestra cómo varía la concentración de los principales parámetros de los lixiviados a lo largo del tiempo.

**Tabla N° 06: Propiedades Físico-químicas de los lixiviados en estado crudo**

| Parámetro                                 | Unidad    | Lixiviado Joven(<5 años) | Lixiviado Viejo (>10 años) |
|---|-----------|--------------------------|----------------------------|
| <b>Color aparente</b>                     |           | Negro                    | Marrón                     |
| <b>DBO</b>                                | mg/L      | 2000-30000               | 100-200                    |
| <b>DQO</b>                                | mg/L      | 3000-60000               | 100-500                    |
| <b>Sólidos Suspendidos Totales</b>        | mg/L      | 200-2000                 | 100-400                    |
| <b>Nitrógeno Amoniacal</b>                | mg/L      | 100-800                  | 20-40                      |
| <b>Fósforo Total</b>                      | mg/L      | 5-100                    | 5-10                       |
| <b>Sulfatos</b>                           | mg/L      | 50-1000                  | 20-50                      |
| <b>Grasas y Aceites</b>                   | mg/L      | 48                       | 7                          |
| <b>pH</b>                                 | mg/L      | 4,5-7,5                  | 6,6-7,5                    |
| <b>Capacidad de intercambio catiónico</b> | Meq/100ml | 12.3                     | 10.3                       |

(Fuente: Emenike, I. 2012; Tchobanoglous, . 1994).

En términos generales, cuando estos líquidos no son controlados captados, almacenados y tratados pueden permear hasta llegar al agua subterránea o mezclarse con aguas superficiales y contribuir a la contaminación de suelo, agua subterránea y superficial (Deng & Englehardt, 2007).

#### **2.2.1.5. Etapas de la Generación de los Lixiviados**

##### **Biodegradación de la materia orgánica**

Si se considera al relleno sanitario como un gran reactor biológico, se puede decir que tanto la fracción orgánica como la inorgánica sufren procesos de degradación. Debemos tomar en cuenta que la presencia de oxígeno, agua y temperatura adecuada, acelera los procesos oxidación y descomposición, es especial de la fracción orgánica.

La humedad necesaria para llevar a cabo el proceso de descomposición, proviene en parte de los mismos residuos y el resto de distintas fuentes de agua, como la adicionada por la precipitación e infiltración, riego o recirculación de lixiviado.

Los factores que inciden directamente en la degradación de la masa de residuos son: contenido orgánico biodegradable, temperatura ambiente, disponibilidad de oxígeno y contenido de humedad. De manera general se puede dividir la biodegradación de la masa de residuos en dos fases: la primera, conocida como aerobia, y la segunda denominada anaerobia, donde los procesos de descomposición se llevan a cabo en ausencia de oxígeno, ya sea por consumo de los microorganismos o ha sido expulsada de los poros por procesos de compresión de la masa.

El proceso de biodegradación continuará hasta que el sustrato sea completamente degradado por las bacterias que de él se alimentan, o las condiciones ambientales (temperatura o pH) en la masa de residuos impidan la actividad de éstos.

En dicho proceso de biodegradación anaerobia los microorganismos requieren de una fuente de energía como el carbono para la síntesis de nuevo tejido celular, y de otros elementos inorgánicos como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio. (Aguilar 2008)

##### **a). Biodegradación Aerobia**

En la primera etapa aerobia el proceso de degradación es fomentado por el aire atrapado en los poros de la masa de residuos, mientras que las capas superficiales reciben cierta aireación directamente de la atmósfera. Para un óptimo proceso es importante contar con

la humedad adecuada, recomendándose un 60%. Si se considera que el contenido de humedad propia de los residuos sólidos municipales alcanza valores de entre 30% a 40% (Otero del Peral, 1988), el agua pluvial que cae sobre la superficie del relleno juega un papel fundamental para alcanzar la humedad necesaria que requieren los bioprocesos. En esta etapa genera productos como dióxido de carbono, amoníaco (lo que después se transformará en nitrato) y agua. Debido a las altas temperaturas que se alcanzan en esta fase (60° C aprox.) la mayor parte del contenido de humedad se evapora por lo cual se puede decir que el proceso de descomposición aerobio generalmente no genera lixiviados (Horváth, 1985).

#### **b). Biodegradación Anaerobia**

El proceso de degradación anaerobia de desarrolla a menor velocidad que el aerobio. Este proceso se inicia una vez que se ha consumido el aire atrapado en la parte más profunda del relleno, las que están aisladas de la recarga de aire proveniente de la atmósfera. Aunque la temperatura generada se mueve entre los 35° a 50° C, la influencia del ambiente externo aquí no prevalece, por lo cual los procesos bioquímicos pueden mantener la temperatura elevada. A diferencia del proceso aerobio, en el anaerobio si se generan lixiviados. (Aguilar 2008)

#### **2.2.1.6. Parámetros físicos**

##### **Conductividad**

La conductividad o conductancia específica, es una medida de la habilidad del agua para conducir una corriente eléctrica. Esta es sensible a la variación de solidos disueltos especialmente las sales minerales disueltas. El grado de disociación del agua en iones está relacionado con la cantidad de carga eléctrica de cada ion, la movilidad iónica y la temperatura, los cuales influyen la conductividad. La conductividad se expresa en uS/cm y para el cuerpo de agua dado, está relacionada con la concentración total de solidos disueltos e iones mayores. Los intervalos de conductividad de las aguas superficiales varían de 10 a 1000uhos/cm, pero puede exceder, especialmente en aguas contaminadas que reciben gran cantidad de escorrentía, además puede ser un indicador aproximado de contenido de minerales cuando otros métodos no pueden ser usados. La conductividad puede ser medida para establecer una zona de contaminación alrededor de

la descarga de un efluente, y observar la extensión de la influencia de las aguas de escorrentía. Este parámetro se mide insitu utilizando un conductímetro y los valores pueden ser registrados en forma continua. (TECSUP 2012)

Estas medidas continuas son muy útiles especialmente en ríos para el manejo de variaciones temporales de lo SDT y de los iones mayores. (TECSUP 2012)

### **2.2.1.7. Parámetros Químicos**

#### **a) Oxígeno disuelto**

Este es esencial para el mantenimiento de lagos y ríos saludables, pues la presencia de oxígeno es una señal positiva, mientras que la ausencia indica una fuerte contaminación (Mitchell et al. 1991). Es muy importante para mantener la vida acuática en los cuerpos de agua (Malina, 1996). Disminuciones repentinas o graduales en el oxígeno disuelto pueden ocasionar cambios bruscos en el tipo de organismos acuáticos, por ejemplo insectos acuáticos sensibles a un nivel bajo de oxígeno disuelto, pueden ser reducidas sus poblaciones (Mitchell et al. 1991).

**b) Nitratos** son obtenidos a partir de aguas de desecho descargadas directamente y de sistemas sépticos en mal funcionamiento. Estos muchas veces son colocados junto a pozos de agua, pudiendo contaminar el agua subterránea con nitratos, los cuales en niveles altos pueden ocasionar una condición llamada metemoglobinemia. También se han encontrado altos niveles de nitratos en aguas subterráneas debajo de las tierras de cultivo, en las cuales el uso excesivo de fertilizantes pareciera ser la causa, especialmente en áreas de alta irrigación con suelos arenosos (Mitchell et al. 1991).

#### **c) Potencial de hidrógeno (pH)**

El pH es una medida de la concentración de iones hidrógeno, y se define como  $pH = -\log(1/H^+)$ . Es una medida de naturaleza acida o alcalina de la solución acuosa que puede afectar a los usos específicos del agua. La mayoría de aguas naturales tienen un pH entre 6 y 8. Su medición se realiza fácilmente con un peachimetro bien calibrado, aunque también se disponen de papeles especiales que, por coloración indican el pH (Rigola 1999).

El pH es una variable importante de la variación en la calidad del agua y está influenciado por los procesos biológicos y químicos dentro del cuerpo de agua de todos los procesos asociados con el suministro y tratamiento de aguas. También mide los

efectos de la descargas del efluente; es una ayuda para determinar la extensión de la pluma del efluente en el cuerpo de agua. (TECSUP-2012).

#### **d) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO 5 días)**

Es uno de los parámetros más ampliamente utilizados; es una medida de la cantidad de oxígeno usado por poblaciones microbianas del agua en respuesta a la introducción de material orgánico degradable (Malina, 1996). La materia orgánica se alimenta por las bacterias aeróbicas que requieren oxígeno, en este proceso la materia es degradada y oxidada (Mitchell et al. 1991). Esto provoca cambios en la vida acuática, pues mucho del oxígeno disuelto (OD) libre se consume por la bacteria aeróbica, robando a otros organismos acuáticos el oxígeno necesario para vivir, así organismos más tolerantes a niveles bajos de OD pueden aparecer y volverse más numerosos, como la carpa, la larva jején y lombrices de drenaje (Mitchell et al. 1991).

#### **d). Fosfato total**

Incluye fosfato orgánico e inorgánico. El fosfato orgánico es parte de las plantas y los animales y se adhiere a materia orgánica compuesta de plantas y animales vivos, ambos son los responsables de la presencia de algas y plantas acuáticas grandes. El exceso de algas ocasiona el "floreamiento de algas" iniciándose así la eutrofización, que no es más que un enriquecimiento del agua, comúnmente producida por fosfato proveniente de actividades humanas (Mitchell et al. 1991). Cuando las algas mueren, se depositan en el fondo y sirven como alimento para las bacterias; aumentando los procesos aeróbicos de bacterias que consumen demasiado oxígeno afectando a la vida acuática en general (Aguamarket, 2002).

#### **e) Alcalinidad**

La alcalinidad es una medida de la capacidad para neutralizar ácidos. Contribuyen a la alcalinidad principalmente los iones bicarbonato ( $\text{CO}_3\text{H}^-$ ), carbonato ( $\text{CO}_3^{=}$ ), y oxhidrilo ( $\text{OH}^-$ ), pero también los fosfatos y ácido silícico u otros ácidos de carácter débil. Los bicarbonatos y los carbonatos pueden producir  $\text{CO}_2$  en el vapor, que es una fuente de corrosión en las líneas de condensado. También pueden producir espumas, provocar arrastre de sólidos con el vapor y fragilizar el acero de las calderas. Se distingue entre la alcalinidad total o título alcalimétrico total, TAC, medida por adición hasta el viraje del anaranjado de metilo, a pH entre 4.4 y 3.1, también conocido como alcalinidad m, y la alcalinidad simple o título alcalimétrico, TA, medida por el viraje de la fenolftaleína, a pH entre 9.8 y 8.2, conocido como alcalinidad. Rigola (1999)

## **f) Hierro**

El ion hierro se puede presentar como ión ferroso,  $Fe^{++}$ , o en la forma más oxidada de ion férrico,  $Fe^{+3}$ . La estabilidad de las distintas formas químicas depende del pH, condiciones oxidantes o reductoras del medio, composición de la solubilidad, presencia de materias orgánicas acomplejantes, etc. La presencia de hierro puede afectar a la potabilidad del agua y, en general, es un inconveniente en las aguas industriales por dar lugar a depósitos e incrustaciones. Las condiciones de estabilidad hacen que las aguas subterráneas normalmente sólo contengan  $Fe^{++}$  disuelto. La concentración suele estar entre 0 y 10 ppm de  $Fe^{++}$ , pero al airear el agua precipita  $Fe(OH)_3$ , de color pardo-rojizo, y el contenido en ión disuelto se reduce a menos de 0,5 ppm. Sólo las aguas de pH ácido pueden tener contenidos en hierro de varias decenas de ppm.

Se determina analíticamente por colorimetría y espectrofotometría de absorción atómica, dando el hierro total que incluye las formas soluble, coloidal y en suspensión fina. Por aireación del agua la forma ferrosa pasa a férrica y precipita, o bien se elimina por coagulación y filtración. También se puede emplear el intercambio catiónico.

## **g) Manganeso**

El ion manganeso se comporta en muchos aspectos de forma similar al hierro. Además de actuar con 2 y 3 cargas positivas, actúa con valencia +4 formando el  $MnO_2$  insoluble. Rara vez el agua contiene más de 1 ppm, y entonces requiere un pH ácido. La forma más general es el  $Mn^{++}$ , que por aeración oxidativa da un precipitado negrozco de  $MnO_2$ .

Igual que el hierro, forma compuestos orgánicos estables. Se determina por oxidación a permanganato y colorimetría de la solución oxidada y espectrometría de absorción atómica. (Marín 2003)

Al igual que el Fe, el Mn es un elemento ampliamente difundido en la naturaleza, siendo pirolusita (dióxido de manganeso) su mineral más frecuente. Las rocas y minerales que contienen manganeso son fácilmente solubles en aguas neutras o ligeramente acidas en condiciones oxidantes moderadas, mediante la formación del ion manganeso. Por otro lado, este elemento se puede encontrar en agua en varias formas químicas: como especie disuelta, en forma coloidal o bien formando complejos variados. En ese sentido la asociación entre Mn y materia orgánica, que conduce a la formación de los correspondientes complejos Mn- materia orgánica, es muy frecuente y provoca problemas en el proceso de potabilización de un agua bruta que contenga elevadas concentraciones de Mn y de compuestos orgánicos, debido a la alta estabilidad de los complejos formados. (Marín 2003)

En general los contenidos de Mn en aguas naturales oscilan algunos ug/l (aguas oxigenadas) hasta 0.50mg/l, o incluso más de 1mg/l en aguas poco oxigenadas. En ese sentido las aguas subterráneas ricas en materiales orgánicos y pobremente oxigenadas, así como aguas profundas anoxicas de lagos y embalses durante su periodo de estratificación térmica pueden superar los 2 a 3 mg/l de Mn total, lo cual está asociado al acusado ambiente reductor de allí se experimenta en estas situaciones. (Marín 2003)

#### **h) Cobre**

El Cu es un elemento metálico que se encuentra en la naturaleza en forma elemental. En las aguas naturales se suelen hallar concentraciones bajas de Cu, entre 1 a 100ug/l, encontrándose valores más altos pero siempre inferiores a 1 mg/l en aguas ricas en sustancias y compuestos húmicos, y en general, ricas en materias orgánicas.

No obstante, a medida que el contenido de materiales orgánicos de un agua es más alto también se incrementa el de Cu. En ese sentido los contenidos moderados de Cu en aguas naturales tienen un efecto negativo sobre varias especies de pescados (como por ejemplo sobre la trucha). El Cu también es un metal ampliamente empleado en los sistemas de distribución de aguas debido a su relativa inercia química. (Marín 2003)

#### **i) Cromo**

El cromo es un metal de transición duro, frágil, gris acerado y brillante. Es muy resistente frente a la corrosión. El cromo está en la cromita y otros minerales que se encuentra en la corteza terrestre. Por eso el cromo siempre ha estado presente en el suelo, aire y el agua del planeta. Entre fuentes antropogénicas de cromo están la extracción de compuestos de cromo a partir de la cromita, industria química, colorantes, pigmentos, plaguicidas, el cromado electrolítico o galvanoplastia y curtido de cueros y pieles, el uso de compuestos de cromo como mordiente en teñido de telas y otros usos menores como conservación de la madera, cerámica metálica, etc.

En el cromado o galvanoplastia, el cromo se utiliza para acrecentar la resistencia de los metales contra la corrosión y mejorar el efecto decorativo de las superficies. (Albert 2008)

#### **j) Nitratos**

El ion nitrato es la base conjugada del ácido nítrico, el cual es un ácido fuerte que se disocia en el agua produciendo iones nitrato e hidróxido.

Las sales de ácido nítrico (nitratos), con la excepción de los nitratos básico de mercurio y bismuto, se disuelven fácilmente en el agua. La elevada solubilidad de estas sales se debe

a la polaridad del ion nitrato, el cual tiene una estructura plana de alta estabilidad que se debe a que cada uno de sus enlaces es un híbrido de un enlace sencillo y otro doble.

La presencia natural de nitritos y nitratos en el medio ambiente es una consecuencia del ciclo del nitrógeno. Este consiste en el intercambio constante entre el nitrógeno atmosférico y terrestre y tiene lugar por diferentes vías incluyendo agua, aire, suelo, microorganismos y otros seres vivos superiores. La forma principal en la que el hombre altera este ciclo consiste en la fijación industrial de nitrógeno atmosférico que en cuanto a su magnitud, se considera actualmente como la más grave de todas las intervenciones del hombre en los ciclos de la naturaleza. Fuentes antrópicas de nitratos y nitritos pueden clasificarse en: Fertilizantes, excretas de animales, desechos municipales, industriales y del transporte; aditivos alimentarios. . (Albert 2008)

#### **k) Cloruros**

El ion cloruro,  $Cl^-$ , forma sales en general muy solubles. Suele ir asociado al ión  $Na^+$ , especialmente en aguas muy salinas. Las aguas dulces contienen entre 10 y 25 ppm de cloruros, pero no es raro encontrar valores mucho mayores. Las aguas salobres pueden tener centenas e incluso millares de ppm. \*

El ion cloruro es uno de los aniones inorgánicos principales en aguas residuales. La concentración de cloruros es mayor en aguas residuales que en aguas corrientes, debido a que el cloruro de sodio es un componente común en la dieta y pasan sin cambios a través del sistema digestivo en una cantidad promedio de 6gr/persona por día, aumentando la concentración de las aguas de desecho en aproximadamente mg/l, en relación con el agua de bebida (TECSUP 2012).

#### **l) Sulfatos**

El ion sulfato,  $SO_4^{2-}$ , corresponde a sales de moderadamente solubles a muy solubles, la presencia de otras sales aumentan su solubilidad. Los sulfatos, a excepción del Pb, Ba y Sr, se hallan profusamente repartidos en todas las aguas. El ion procede fundamentalmente de los procesos de disolución de yesos ( $CaSO_4$ ) sin olvidar las cantidades procedentes de la oxidación bacteriana de los sulfuros. (Marín 2003).

#### **ll) Aceites y grasas**

Teniendo su origen en desechos industriales, o fuentes similares, los aceites y grasas, pueden encontrarse en emulsión o si se trata de las fracciones más ligeras de petróleo, en solución. En aguas naturales algunos aceites pueden provenir de la descomposición del plancton o de formas superiores de vida acuática. La mayoría de aceites y grasas son

insolubles en el agua, pero se pueden emulsionar o saponificar por los detergentes, los álcalis y otras sustancias químicas. (TECSUP 2012)

Los aceites y grasas representan el 10% de la materia orgánica de las aguas residuales, su biodegradación es muy lenta. La evaluación realizada ha dado como resultado la presencia de grasas en concentraciones de <10 mg/L. (Velástegui 2009)

#### **m) Sólidos Disueltos**

Los sólidos disueltos o salinidad total, es una medida de la cantidad de materia disuelta en el agua, determinada por evaporación de un volumen de agua previamente filtrada. Corresponde a los residuos secos con filtración previa. El origen de los sólidos disueltos pueden ser múltiple, orgánico e inorgánico, tanto en aguas subterráneas como superficiales. (Velástegui 2009)

#### **n) Sólidos en Suspensión**

Es una medida de los sólidos sedimentables (no disueltos) que pueden ser retenidos en un filtro. Se puede determinar pesando el sólido que quede en el filtro después de secado. Las aguas subterráneas suelen tener menos de 1ppm. (Rigola 1999)

#### **o) Relación de Nitratos y Fosfatos**

A la luz de la información disponible, no es posible establecer una correlación general entre los contenidos promedios de nitratos y fosfatos en ríos. La correlación de algunos casos es indicativa de la concurrencia de orígenes comunes, en adición de otros orígenes no comunes.

Es evidente que en las zonas de altas concentraciones, la asociación se debe al promedio del impacto de los aportes de aguas cloacales, con altas cargas de nitrógeno (orina, excretas) y fosfatos (detergentes); gracias a sus volúmenes muchas veces superiores a los caudales propios de los ríos que la reciben, y la constancias de sus descargas este origen de nutrientes llega a dominar y enmascarar cualquier otro proceso. (FAO 2003).

### **2.2.2. Modelización Hidrodinámica de los ríos**

Antes de que se pueda evaluar la calidad del agua de los sistemas fluviales primero se debe determinar la hidrodinámica del sistema. Esto implica determinar las características de profundidad, pendiente velocidad y descarga de flujo hidráulico. Estos parámetros pueden ser función del tiempo si se considera que el flujo no es constante. En los sistemas riparios, el flujo no suele ser uniforme, presentando una profundidad de variación gradual. Sin embargo las características de la calidad de agua dependen de la

hidrodinámica del flujo y, por tanto las ecuaciones de la difusión y transporte de materia están asociados a las de hidrodinámica. Kiely (1999).

### 2.2.3. Pendiente promedio de la cuenca.

En lo referente a la parte media y alta, la cuenca tiene una pendiente media de es de 30%, la cual es propia de terrenos quebrados; estas pendientes son de características de ríos y quebradas de montaña y adquieren importancia desde el punto de vista de rotura y transporte de materiales. Villareal (2000)

**Tabla N° 7: Grado y Porcentaje de Inclinação de la Pendiente**

| Inclinación de la Pendiente |            | Termino               |
|-----------------------------|------------|-----------------------|
| Grados                      | Porcentaje |                       |
| 0°-2°                       | 3-7        | Planas                |
| 2-5°                        | 7-12       | Levemente Inclínadas  |
| 5°-15°                      | 12-25      | Inclínadas            |
| 15°-25°                     | 25-50      | Moderadamente Abrupta |
| 25°-35                      | 50-75      | Abrupta               |
| 35°-45°                     | >75        | Muy escarpada         |

Villareal (2000)

### 2.2.4. Métodos volumétricos

La forma más sencilla de calcular los caudales pequeños es la medición directa del tiempo que se tarda en llenar un recipiente de volumen conocido. La corriente se desvía hacia un canal o cañería que descarga en un recipiente adecuado y el tiempo que demora su llenado se mide por medio de un cronómetro. Para los caudales de más de 4 l/s, es adecuado un recipiente de 10 litros de capacidad que se llenará en 2½ segundos. Para caudales mayores, un recipiente de 200 litros puede servir para corrientes de hasta 50 l/s. El tiempo que se tarda en llenarlo se medirá con precisión, especialmente cuando sea de sólo unos pocos segundos. La variación entre diversas mediciones efectuadas sucesivamente dará una indicación de la precisión de los resultados. (Scott y Houston 1959).

### 2.3. Marco conceptual

**Aguas superficiales** Se encuentran en la superficie del suelo, es el producto de las precipitaciones, que por escorrentía llegan a formar ríos, lagos y lagunas.

**Lixiviado** Líquido contaminante, producto de la descomposición de los residuos sólidos y la percolación de las precipitaciones pluviales.

**Residuos Sólidos** Es material que el hombre produce de sus diferentes actividades, el cual no posee ningún valor económico.

**Disposición final de residuos sólidos** Lugar donde el residuo sólido termina siendo acopiado o acumulado, es la última etapa del manejo de los residuos sólidos.

**Relleno Sanitario** Estructura acondicionada para el acopio de los residuos sólidos, el cual recibe un tratamiento especial para no contaminar el ambiente.

**Vertedero o Botadero** Un vertedero es una forma de disposición final de los residuos sólidos, el cual no posee ningún tratamiento produciendo contaminación del suelo, agua, aire y proliferación de vectores que perjudican la salud del hombre.

**Manejo de los residuos sólidos municipales** El manejo de los residuos sólidos incluye toda actividad técnica de los residuos sólidos, desde su generación hasta su disposición final.

**Monitoreo de agua** Es la vigilancia del comportamiento del agua, del cual para ello se toma una muestra para su análisis en diferentes temporalidades.

**Metales** Es un elemento químico, incluido en distintos aparatos eléctricos y electrónicos y materiales, de los cuales si en su descomposición ingresa al ambiente sobrepasando los estándares de calidad ambiental produce contaminación.

**Estándares de Calidad Ambiental** Patrones de las características tanto de agua, aire o suelo, las que se establece niveles de concentración de parámetros físicos, químicos y biológicos en las que no presente riesgos para la salud de las personas y al ambiente.

**Límites Máximos Permisibles** es una medida de la concentración, de sustancias o parámetros físicos químicos o biológicos que caracterizan a un efluente que al excederse pueden causar daño a la salud o al ambiente

## **CAPITULO III**

### **PRESENTACION DE RESULTADOS**

#### **3.1 CONFIABILIDAD Y VALIDACION DE INSTRUMENTO**

Los instrumentos de medición y procesamiento de datos son confiables por cuanto previo a su uso han sido estandarizados y validados mediante la comprobación de las mismas con tres registros y procesos de validación.

- **Análisis de laboratorio;** realizado por la Universidad San Antonio Abad del Cusco.
- **Fichas de Campo;** se registra la información que se obtuvo del medio de investigación.
- **Fichas bibliográficas;** se recopilaron datos de los diferentes textos, fuentes, autores y otros elementos.
- **Procesamientos de datos;** se utilizó el software MINITAB, EXCEL; así como el uso de la metodología descrita el Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales, aprobado por Resolución Directoral N° 2254/2007/DIGESA/SA.

#### **3.2 ANALISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES**

El análisis cuantitativo de las variables se usó el software Excel. Se ingresó los datos y se consideró el coeficiente de determinación  $R^2$  correspondiente a la ecuación exponencial de segundo grado, la misma que indica el grado de relación; mientras más se acerca al número

uno la correlación es directamente proporcional, si se acerca al cero , no existe correlación, si R2 es negativo, la relación es inversamente proporcional.

Las variables relacionadas con los parámetros fisicoquímicos y el caudal se muestran a continuación:

**Tabla N° 08: Correlación de los parámetros fisicoquímicos y el caudal**

| N° | Parámetro             | Ecuación regresión                  | Coefficiente determinación R2 | clasificación                    | Coefficiente r |
|----|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------|
| 1  | PH                    | $y = 0.057x^2 - 0.8868x + 3.4434$   | $R^2 = 0.3068$                | Débil<br>Correlación<br>Positiva | 0.553          |
| 2  | CLORUROS              | $y = 8E-09x^2 - 2E-05x + 0.0129$    | $R^2 = 0.378$                 | Correlación<br>Moderada          | 0.614          |
| 3  | NITRATOS              | $y = -4E-07x^2 + 0.0003x - 0.0222$  | $R^2 = 0.3903$                | Correlación<br>Moderada          | 0.625          |
| 4  | SULFATOS              | $y = 0.0161\ln(x) - 0.0666$         | $R^2 = 0.0706$                | No Hay<br>Correlación            | 0.265          |
| 5  | DBO5                  | $y = -5E-05x^2 + 0.0038x - 0.046$   | $R^2 = 0.2391$                | Débil<br>Correlación<br>Positiva | 0.488          |
| 6  | FOSFATOS              | $y = -0.0001x^2 + 0.0036x - 0.0037$ | $R^2 = 0.1963$                | Correlación<br>Débil             | 0.443          |
| 7  | MANGANESO             | $y = -0.0201x^2 + 0.0644x - 0.0173$ | $R^2 = 0.3759$                | Correlación<br>Moderada          | 0.613          |
| 8  | COBRE                 | $y = 0.219x^2 - 0.1081x + 0.014$    | $R^2 = 0.5071$                | Correlación<br>Fuerte            | 0.712          |
| 9  | CROMO                 | $y = -1.2668x^2 + 0.5705x - 0.0191$ | $R^2 = 0.3991$                | Correlación<br>Moderada          | 0.631          |
| 10 | HIERRO                | $y = 0.0261x^2 - 0.0621x + 0.0273$  | $R^2 = 0.0671$                | No Hay<br>Correlación            | 0.259          |
| 11 | ACEITES Y GRASAS      | $y = -0.0004x^2 + 0.0079x - 0.0142$ | $R^2 = 0.2203$                | Correlación<br>Débil             | 0.469          |
| 12 | CONDUCTIVIDAD         | $y = -4E-10x^2 + 1E-05x - 0.0092$   | $R^2 = 0.4411$                | Correlación<br>Fuerte            | 0.664          |
| 13 | OD                    | $y = -0.0043x^2 + 0.0331x - 0.0387$ | $R^2 = 0.2488$                | Correlación<br>Débil             | 0.4987         |
| 14 | SOLIDOS SUSPENDIDOS   | $y = 7E-05x^2 - 0.003x + 0.0309$    | $R^2 = 0.1575$                | Correlación<br>Débil             | 0.396          |
| 15 | SOLIDOS SEDIMENTABLES | $y = 8E-07x^2 - 0.0003x + 0.0347$   | $R^2 = 0.3233$                | Correlación<br>Débil             | 0.568          |

| N° | Parámetro   | Ecuación regresión                 | Coefficiente determinación R <sup>2</sup> | clasificación      | Coefficiente r |
|----|-------------|------------------------------------|---|--------------------|----------------|
| 16 | ALCALINIDAD | $y = -9E-08x^2 + 0.0002x - 0.0332$ | R <sup>2</sup> = 0.449                    | Correlación Fuerte | 0.67           |

Fuente: Elaboración Propia

Las variables relacionadas con los parámetros fisicoquímicos y la pendiente se muestran a continuación:

**Tabla N° 09: Correlación de los parámetros fisicoquímicos y la pendiente**

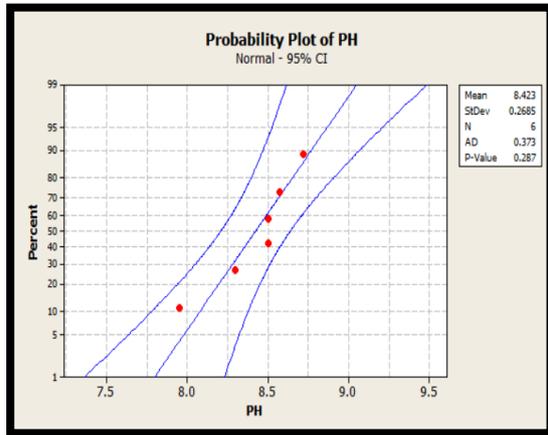
| N° | Parámetro        | Ecuación regresión                 | Coefficiente determinación | Clasificación        | Coefficiente r |
|----|------------------|------------------------------------|----------------------------|----------------------|----------------|
| 1  | PH               | $y = 16.726x^2 - 271.86x + 1118.6$ | R <sup>2</sup> = 0.0277    | No Hay Correlación   | 0.1654         |
| 2  | CLORUROS         | $y = 3E-06x^2 - 0.009x + 17.48$    | R <sup>2</sup> = 0.089     | No Hay Correlación   | 0.2983         |
| 3  | NITRATOS         | $y = 3E-05x^2 - 0.0124x + 16.334$  | R <sup>2</sup> = 0.0045    | No Hay Correlación   | 0.067          |
| 4  | SULFATOS         | $y = 0.004x^2 - 1.5875x + 166.64$  | R <sup>2</sup> = 0.372     | Correlación Moderada | 0.6099         |
| 5  | DBO5             | $y = 0.0106x^2 - 0.3615x + 15.954$ | R <sup>2</sup> = 0.0811    | No Hay Correlación   | 0.2847         |
| 6  | FOSFATOS         | $y = 0.0161x^2 - 0.2151x + 15.968$ | R <sup>2</sup> = 0.0015    | No Hay Correlación   | 0.0387         |
| 7  | MANGANESO        | $y = 2.3927x^2 - 4.3398x + 16.981$ | R <sup>2</sup> = 0.0021    | No Hay Correlación   | 0.4582         |
| 8  | COBRE            | $y = 53.378x^2 - 43.386x + 22.076$ | R <sup>2</sup> = 0.0435    | No Hay Correlación   | 0.2085         |
| 9  | CROMO            | $y = 435.24x^2 - 58.403x + 16.878$ | R <sup>2</sup> = 0.0061    | No Hay Correlación   | 0.0781         |
| 10 | HIERRO           | $y = 713.46x^2 - 277.41x + 38.116$ | R <sup>2</sup> = 0.3085    | Correlación Moderada | 0.5554         |
| 11 | ACEITES Y GRASAS | $y = -1.474\ln(x) + 17.847$        | R <sup>2</sup> = 0.0105    | No Hay Correlación   | 0.1024         |
| 12 | CONDUCTIVIDAD    | $y = -1E-07x^2 + 0.0013x + 13.955$ | R <sup>2</sup> = 0.0028    | No Hay Correlación   | 0.0529         |
| 13 | OD               | $y = 1.4293x^2 - 15.579x + 53.098$ | R <sup>2</sup> = 0.1639    | No Hay Correlación   | 0.4048         |

| N° | Parámetro             | Ecuación regresión                  | Coficiente determinación | Clasificación      | Coficiente r |
|----|-----------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------|
| 14 | SOLIDOS SUSPENDIDOS   | $y = -0.3309x^2 + 6.937x - 10.021$  | $R^2 = 0.7722$           | Correlación Fuerte | 0.8787       |
| 15 | SOLIDOS SEDIMENTABLES | $y = -0.0032x^2 + 0.5305x + 7.5001$ | $R^2 = 0.8598$           | Correlación Fuerte | 0.9272       |
| 16 | ALCALINIDAD           | $y = -1E-04x^2 + 0.0935x - 2.2374$  | $R^2 = 0.037$            | No Hay Correlación | 0.589        |

Fuente: Elaboración Propia

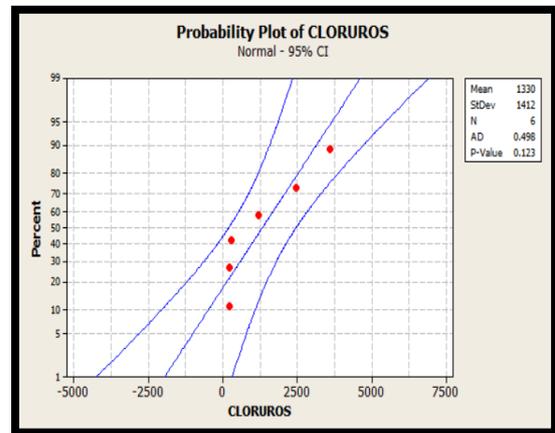
### 3.3 PRUEBAS DE NORMALIDAD

Grafico N° 01 Prueba de Normalidad del PH



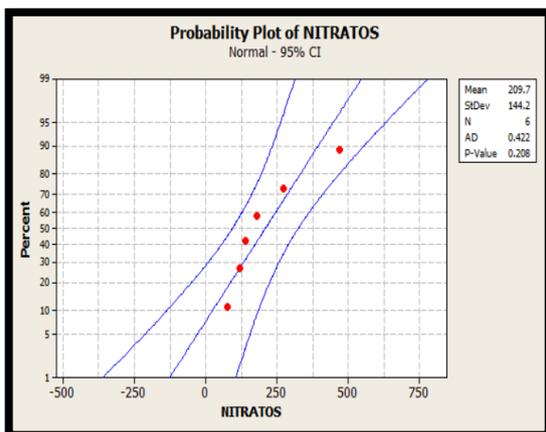
P-value de 0.287, es mayor a 0.1. Evidencia de haber sido seleccionados de una población normal.

Grafico N° 02 Prueba de Normalidad de Cloruros



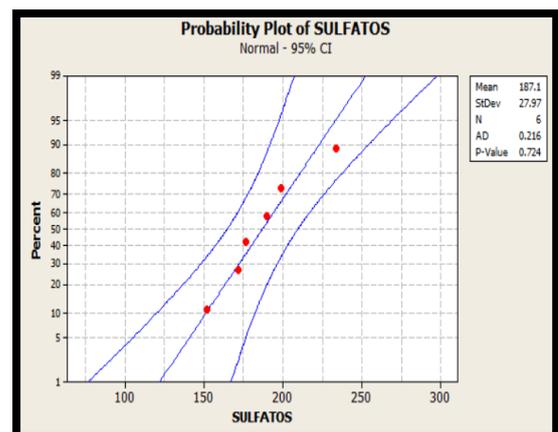
P-value de 0.123 es mayor a 0.1. Evidencia de haber sido seleccionados de una población normal.

Grafico N° 03 Prueba de Normalidad de Nitratos



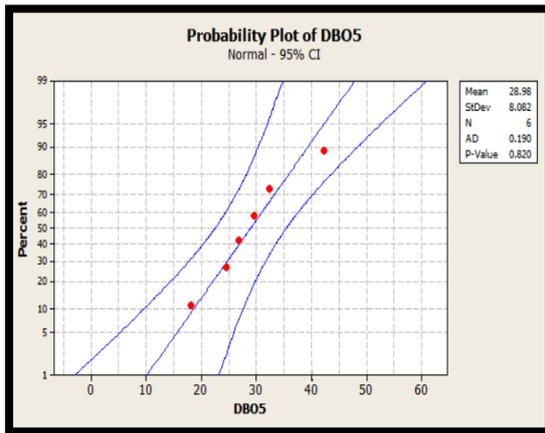
P-value de 0.208 es mayor a 0.1. Evidencia de haber sido seleccionados de una población normal.

Grafico N° 04 Prueba de Normalidad de Sulfatos



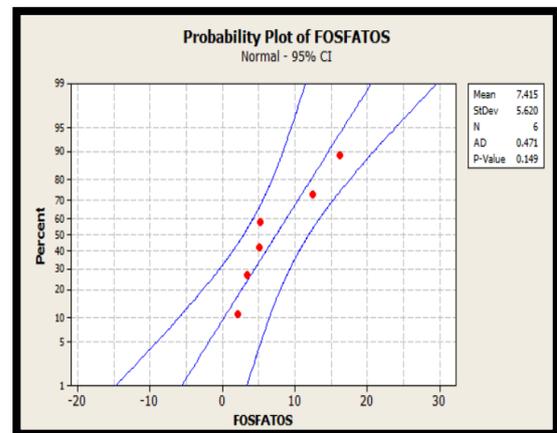
P-value de 0.724 es mayor a 0.1. Evidencia de haber sido seleccionados de una población normal.

Grafico N° 05 Prueba de Normalidad de DBO5



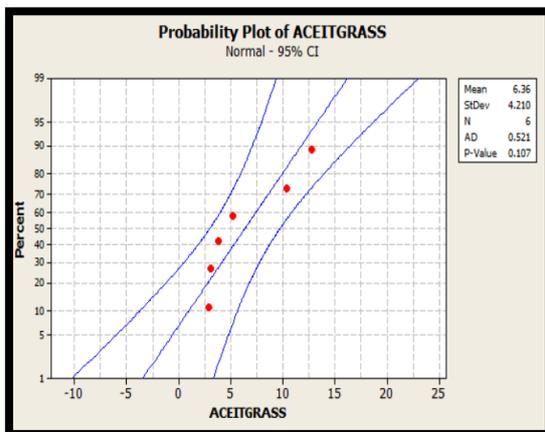
P-value de 0.820 es mayor a 0.1. Evidencia de haber sido seleccionados de una población normal.

Grafico N° 06 Prueba de Normalidad de Fosfatos



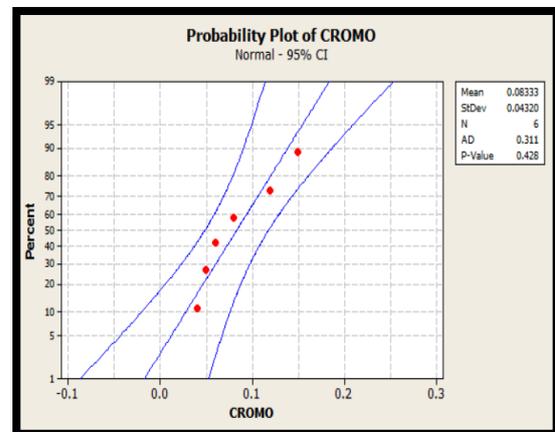
P-value de 0.149 es mayor a 0.1. Evidencia de haber sido seleccionados de una población normal.

Grafico N° 07 Prueba de Normalidad de Aceites y Grasas



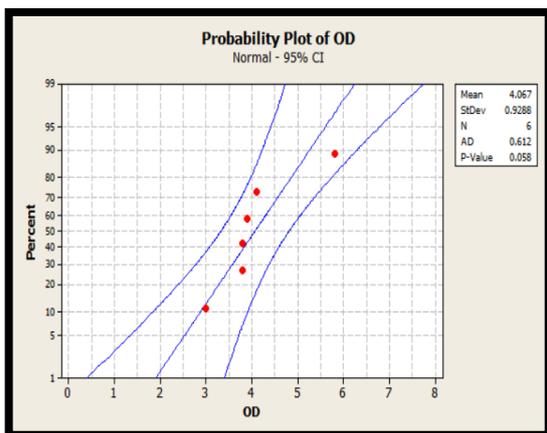
P-value de 0.107 es mayor a 0.1. Evidencia de haber sido seleccionados de una población normal.

Grafico N° 08 Prueba de Normalidad de Cromo



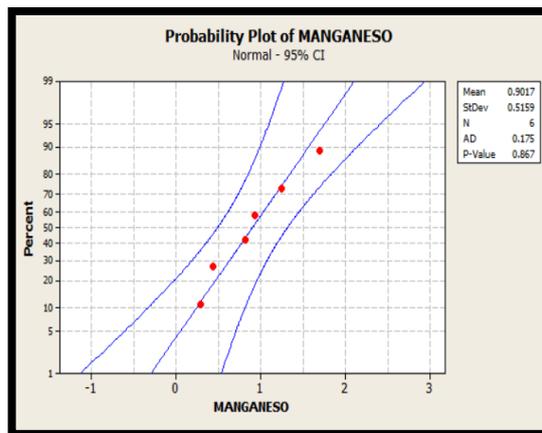
P-value de 0.428 es mayor a 0.1. Evidencia de haber sido seleccionados de una población normal.

Grafico N° 09 Prueba de Normalidad de OD



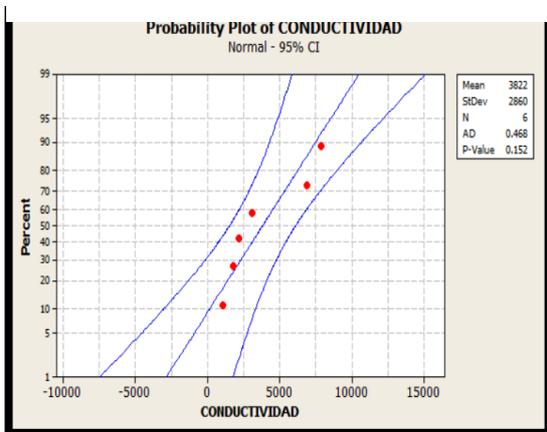
P-value de 0.058 es menor a 0.1. Evidencia de haber sido seleccionados de una población normal

Grafico N° 10 Prueba de Normalidad de Mn



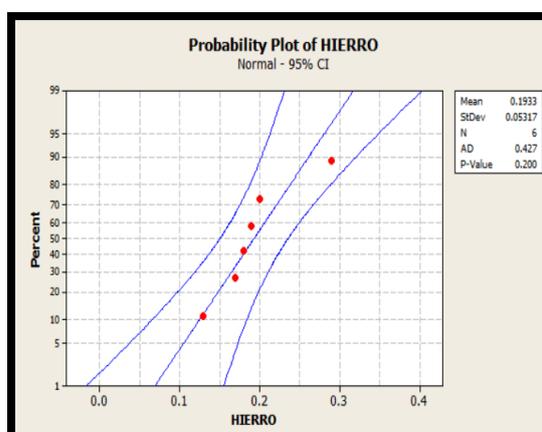
P-value de 0.867 es mayor a 0.1. Evidencia de haber sido seleccionados de una población normal.

Grafico N° 11 Prueba de Conductividad



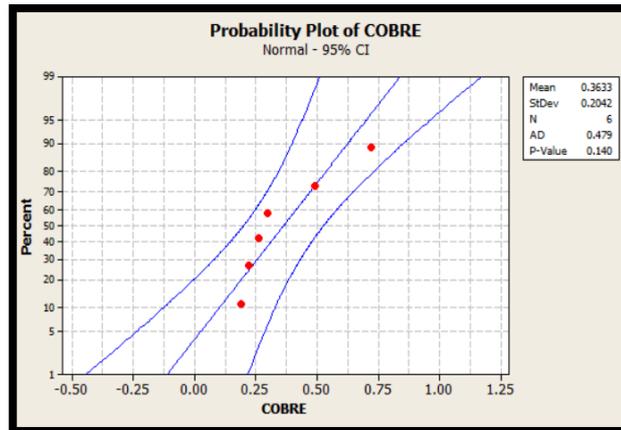
P-value de 0.152 es mayor a 0.1. Evidencia de haber sido seleccionados de una población normal.

Grafico N° 12 Prueba de Normalidad de Hierro



P-value de 0.200 es mayor a 0.1. Evidencia de haber sido seleccionados de una población normal.

Grafico N° 13 Prueba de Normalidad de Cobre



P-value de 0.140 es mayor a 0.1. Evidencia de haber sido seleccionados de una población normal.

### 3.4 Resultados

Los resultados obtenidos de la evaluación de la calidad de los lixiviados provenientes del botadero de Jaquira y las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira, se aprecian en el Anexo N° 04 que a continuación se detallan:

#### Potencial de hidrogeniones (pH)

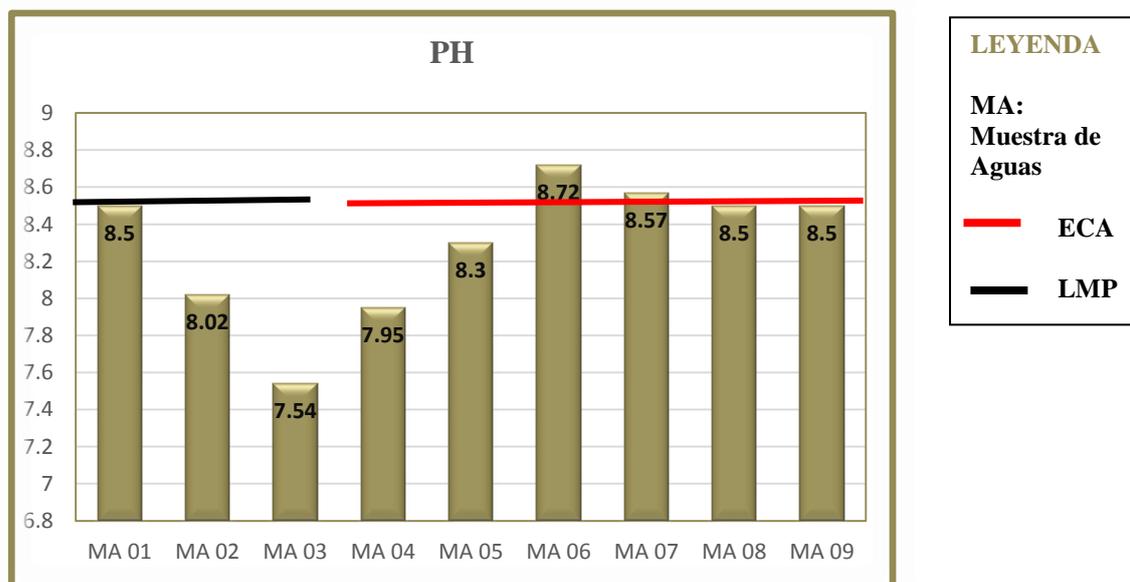
El resultado del pH de la microcuenca de Jaquira se muestra a continuación en la tabla N° 10 y se encuentra Grafico N° 14.

**Tabla N° 10: Resultados pH**

| PUNTOS MUESTRE 0 | MA 01 | MA 02 | MA 03 | MA 04 | MA 05 | MA 06 | MA 07 | MA 08 | MA 09 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| PH               | 8.5   | 8.02  | 7.54  | 7.95  | 8.3   | 8.72  | 8.57  | 8.5   | 8.5   |

Fuente: Elaboración Propia

**Grafico N° 14: Resultados del pH y su comparación con los LMP y ECA**



Fuente: Elaboración propia

De los resultados de los efluentes del botadero de Jaquira se encuentra en el Límite de efluentes líquidos provenientes del tratamiento de residuos sólidos físicos, químicos o biológicos – Austria con un máximo de pH 8.50. Las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira exceden en los puntos 06 y 07 los ECA para Agua de Categoría 3 en los puntos de 8.72.

## Cloruros

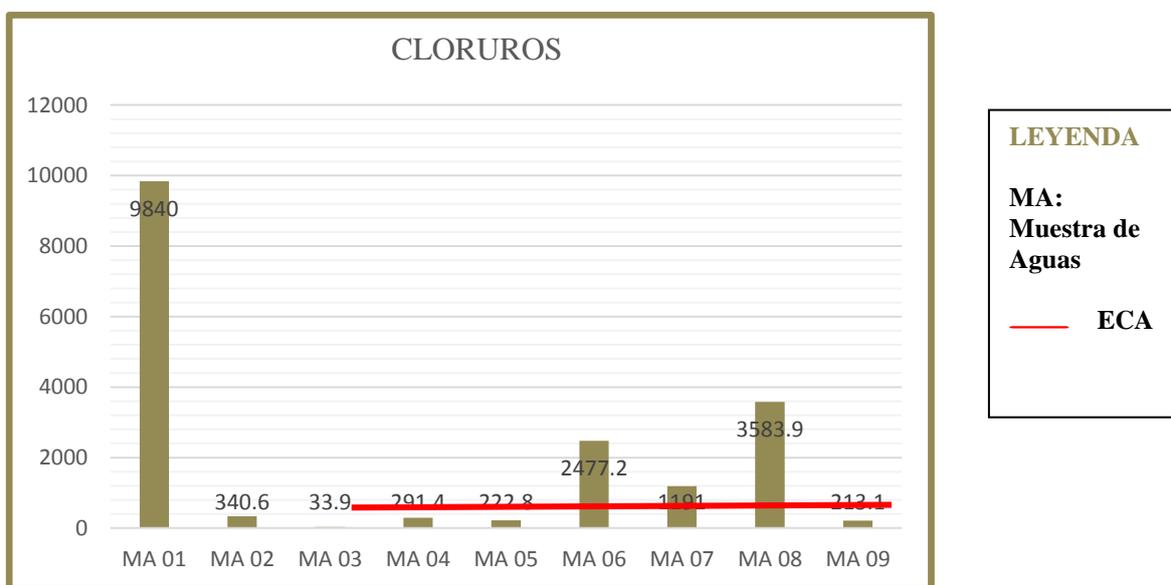
El resultado de cloruros de la microcuenca de Jaquira se muestra a continuación en la tabla N° 11 y se encuentra Grafico N° 15:

**Tabla N° 11: Resultados de cloruros**

| PUNTOS MUESTREO | MA 01 | MA 02 | MA 03 | MA 04 | MA 05 | MA 06  | MA 07 | MA 08  | MA 09 |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|
| CLORUROS        | 9840  | 340.6 | 33.9  | 291.4 | 222.8 | 2477.2 | 1191  | 3583.9 | 213.1 |

Fuente: Elaboración propia

**Grafico N° 15: Resultados de cloruros y su comparación con los ECA**



Fuente: Elaboración propia

De los resultados las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira exceden en tres puntos muestreados (06,, 07, 08) los ECA para Agua de Categoría 3 con un máximo de 3583.9 mg/l.

## Nitratos:

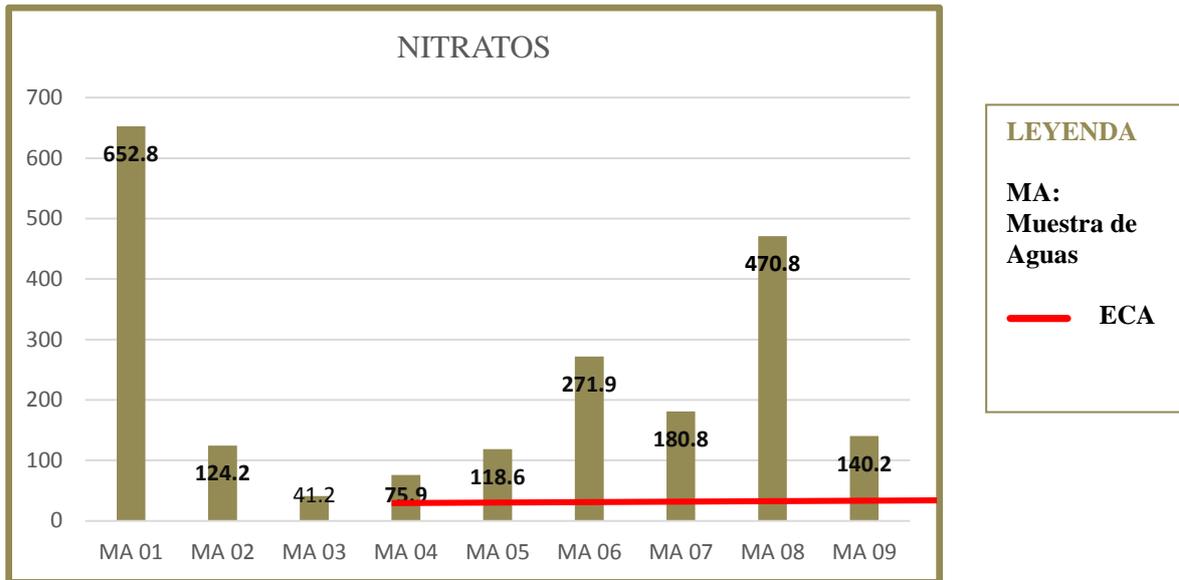
El resultado de los nitratos de la microcuenca de Jaqira se muestra a continuación en la tabla N° 12 y se encuentra Grafico N° 16:

**Tabla N° 12: Resultados de Nitratos**

| PUNTOS MUESTREO | MA 01 | MA 02 | MA 03 | MA 04 | MA 05 | MA 06 | MA 07 | MA 08 | MA 09 |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| NITRATOS        | 652.8 | 124.2 | 41.2  | 75.9  | 118.6 | 271.9 | 180.8 | 470.8 | 140.2 |

Fuente: Elaboración propia

**Grafico N° 16: Resultados de cloruros y su comparación con los ECA**



Fuente: Elaboración propia

De los resultados las aguas superficiales de la microcuenca de Jaqira exceden en todos puntos muestreados (04, 05, 06, 07, 08 y 09) los ECA para Agua de Categoría 3 con un máximo de 470.8 mg/l.

## Alcalinidad

El resultado de la alcalinidad de la microcuenca de Jaquira se muestra a continuación en la tabla N° 13 y se encuentra Grafico N° 17:

**Tabla N° 13: Resultados de la Alcalinidad**

| PUNTOS MUESTREO | MA 01 | MA 02 | MA 03 | MA 04 | MA 05 | MA 06 | MA 07 | MA 08 | MA 09 |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ALCALINIDAD     | 1632  | 332   | 196.2 | 212.6 | 259.8 | 580.2 | 314.8 | 697.7 | 255.3 |

Fuente: Elaboración propia

**Grafico N° 17: Resultados de cloruros**



Fuente: Elaboración propia

De los resultados, la alcalinidad no es comparable con los ECA, puesto que no se encuentra normado. Sin embargo las concentraciones se encuentran elevados en los puntos 06 y 08, con un máximo de 697.70mg/l.

## Sulfatos

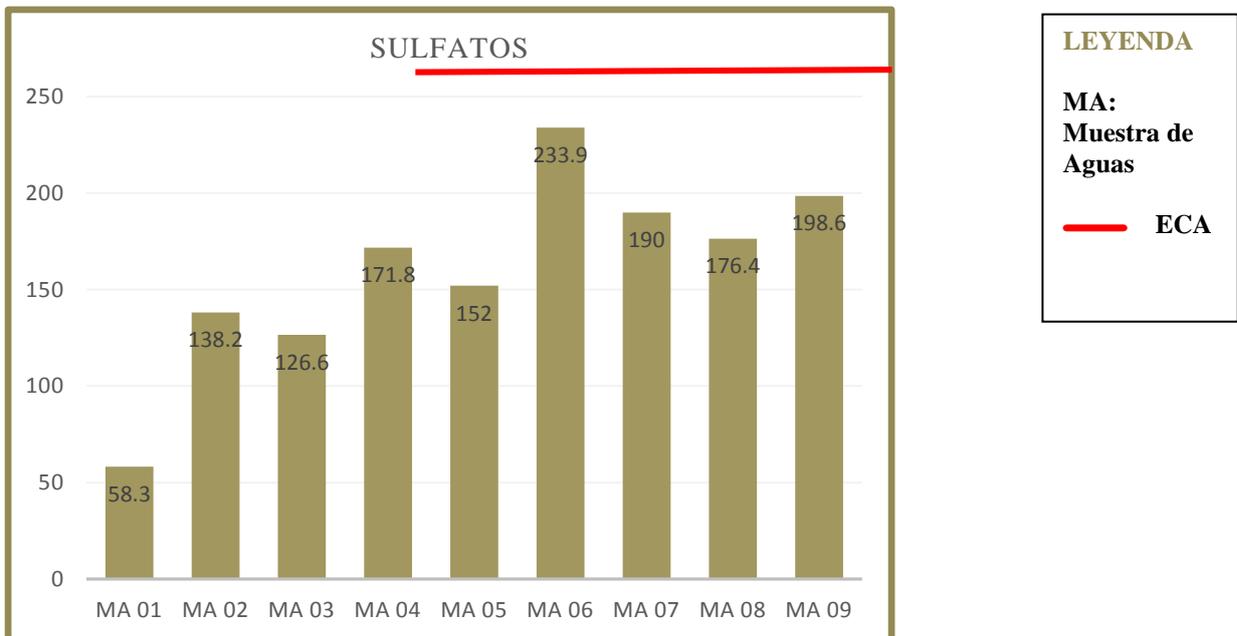
El resultado de los sulfatos de la microcuenca de Jaquira se muestra a continuación en la tabla N° 14 y se encuentra Grafico N° 18:

**Tabla N° 14: Resultados de los Sulfatos**

| PUNTOS MUESTREO | MA 01 | MA 02 | MA 03 | MA 04 | MA 05 | MA 06 | MA 07 | MA 08 | MA 09 |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SULFATOS        | 58.3  | 138.2 | 126.6 | 171.8 | 152   | 233.9 | 190   | 176.4 | 198.6 |

Fuente: Elaboración propia

**Grafico N° 18: Resultados de sulfatos y su comparación con los ECA**



Fuente: Elaboración propia

De los resultados las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira no exceden los ECA para Agua de Categoría 3, sin embargo sus concentraciones exceden en el punto 06 con 233.9mg/l.

## Demanda Bioquímica de Oxígeno

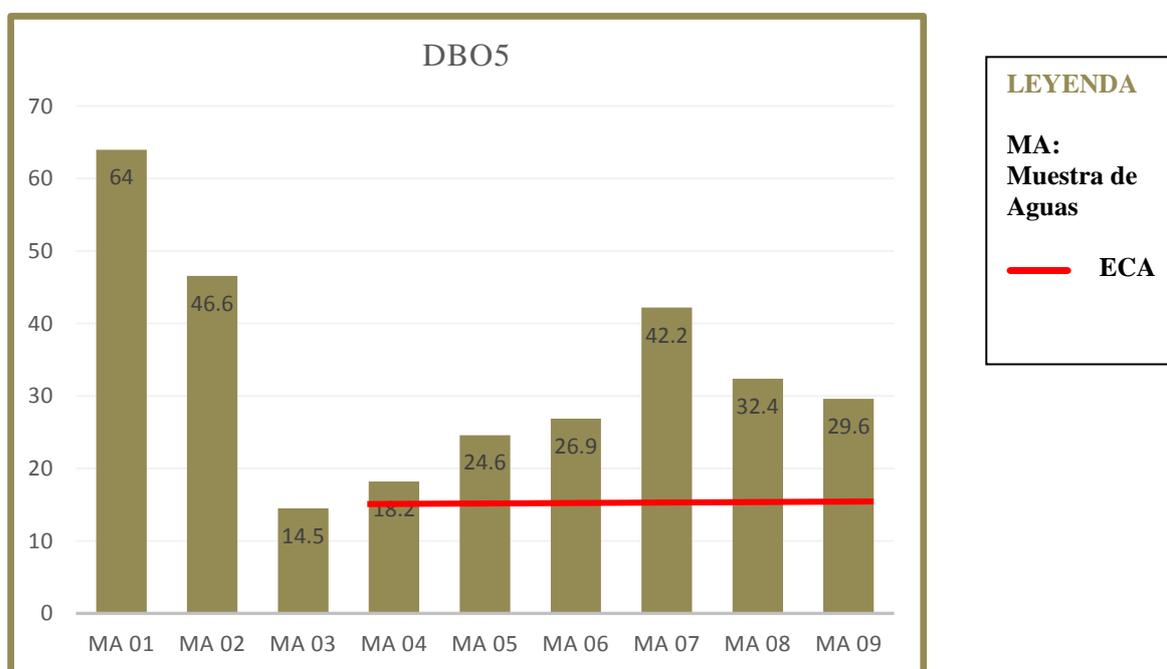
El resultado de demanda bioquímica de oxígeno la microcuenca de Jaquira se muestra a continuación en la tabla N° 15 y se encuentra Grafico N°19:

**Tabla N° 15: Resultados de la DBO**

| PUNTOS MUESTRE 0 | MA 01 | MA 02 | MA 03 | MA 04 | MA 05 | MA 06 | MA 07 | MA 08 | MA 09 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| DBO5             | 64    | 46.6  | 14.5  | 18.2  | 24.6  | 26.9  | 42.2  | 32.4  | 29.6  |

Fuente: Elaboración propia

**Grafico N° 19: Resultados de la DBO y su comparación con los ECA y LMP**



Elaboración propia

De los resultados las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira exceden los ECA para Agua de Categoría 3 en todos los puntos, teniendo como máxima concentración en el punto 07 con 42.2mg/l. Los LMP de las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para plantas de manejo de residuos – Grupo del Banco Mundial-Corporación Financiera Internacional (10 de diciembre 2007) es 37mg/l y para los LMP de Límites de efluentes líquidos provenientes del tratamiento de residuos sólidos físicos, químicos o biológicos – Austria es de 20 mg/l. Por lo que en los puntos 01 y 02 no cumplen con los LMP de la norma internacional.

## Fosfatos

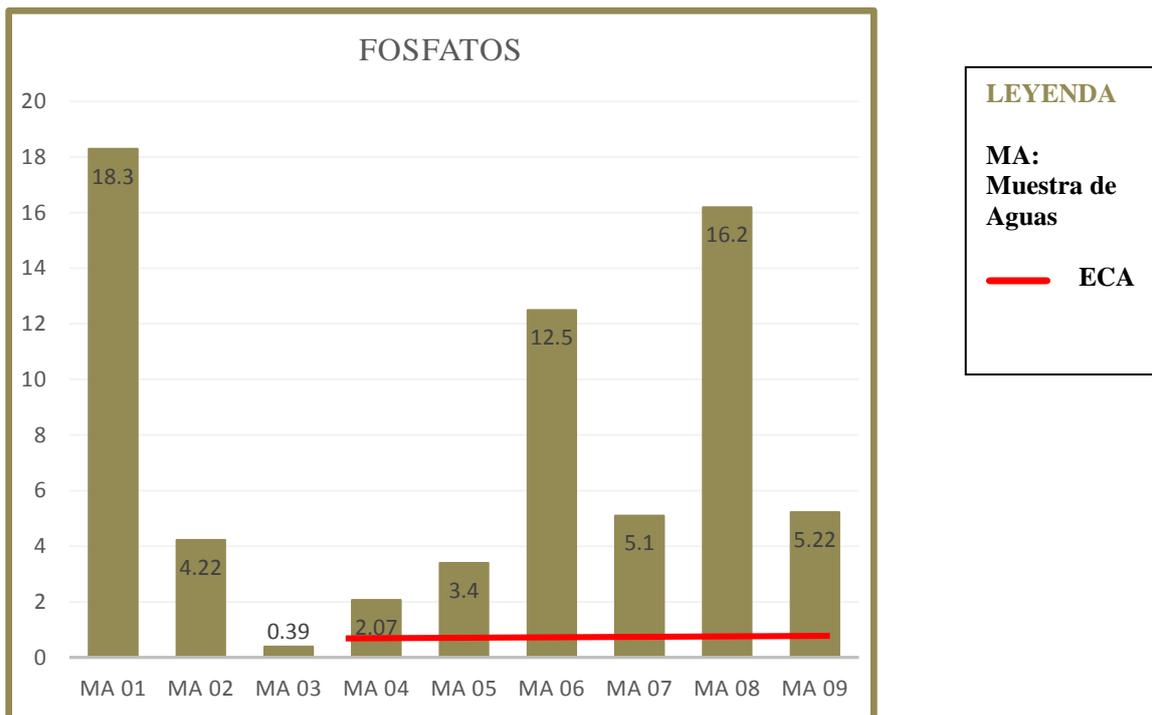
El resultado de los fosfatos de la microcuenca de Jaquira se muestra a continuación en la tabla N° 16 y se encuentra Grafico N° 20:

**Tabla N°16: Resultados de los Fosfatos**

| PUNTOS MUESTRE 0 | MA 01 | MA 02 | MA 03 | MA 04 | MA 05 | MA 06 | MA 07 | MA 08 | MA 09 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| FOSFATOS         | 18.3  | 4.22  | 0.39  | 2.07  | 3.4   | 12.5  | 5.1   | 16.2  | 5.22  |

Fuente: Elaboración propia

**Grafico N° 20: Resultados de la DBO y su comparación con los ECA**



Fuente: Elaboración propia

De los resultados las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira exceden los ECA para Agua de Categoría 3, en todos puntos teniendo su máxima concentración en el punto 08 con 16mg/l.

## Manganeso

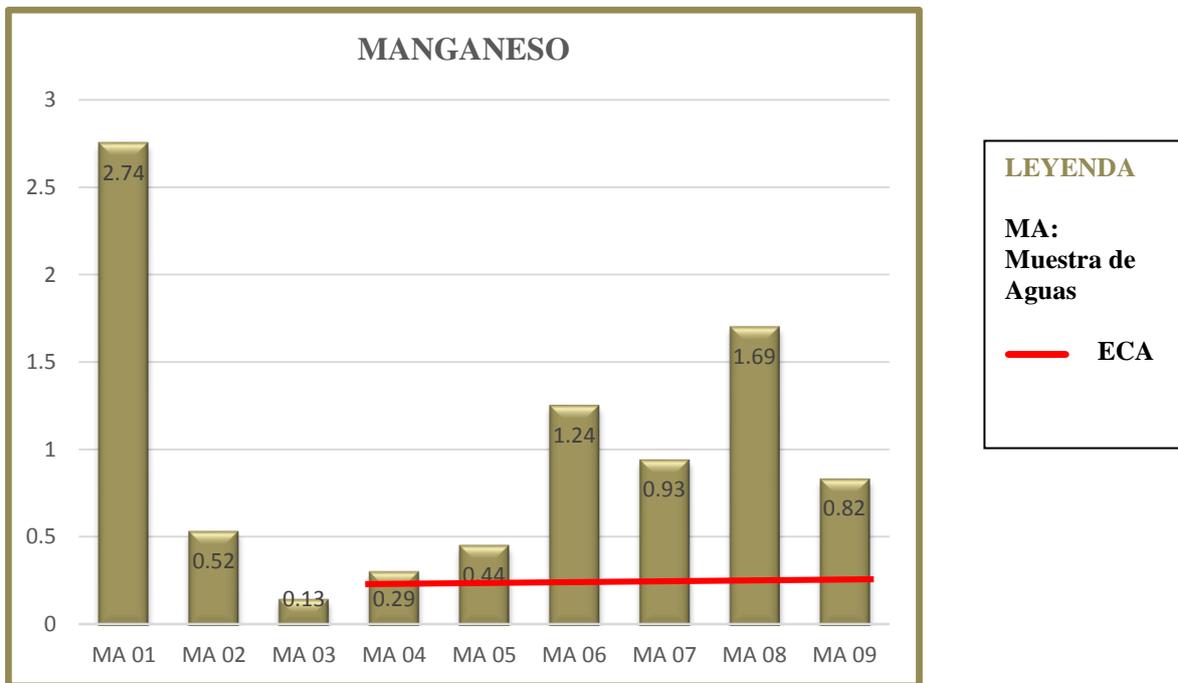
El resultado de las concentraciones de manganeso de la microcuenca de Jaqira se muestra a continuación en la tabla N° 17 y se encuentra Grafico N° 21:

**Tabla N° 17: Resultados de Manganeso**

| PUNTOS MUESTREO | MA 01 | MA 02 | MA 03 | MA 04 | MA 05 | MA 06 | MA 07 | MA 08 | MA 09 |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| MANGANES O      | 2.74  | 0.52  | 0.13  | 0.29  | 0.44  | 1.24  | 0.93  | 1.69  | 0.82  |

Fuente: Elaboración propia

**Grafico N° 21: Resultados de manganeso y su comparación con los ECA**



Fuente: Elaboración propia

De los resultados las aguas superficiales de la microcuenca de Jaqira exceden los ECA para Agua de Categoría 3, en todos puntos teniendo su máxima concentración en el punto 08 con 1.69 mg/l.

## Cobre

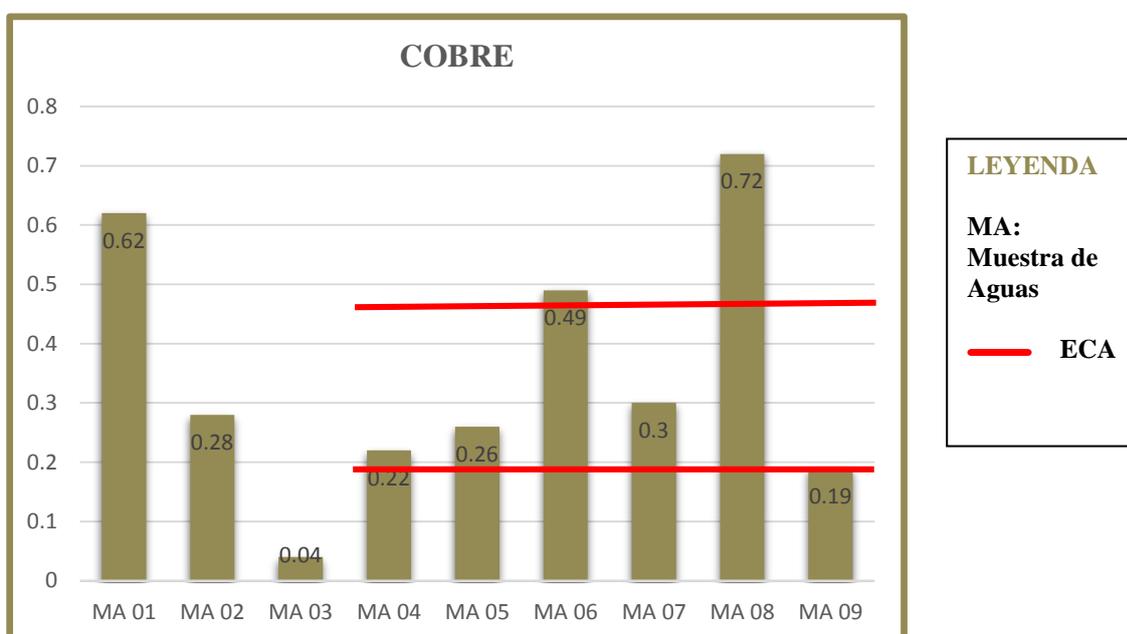
El resultado de la concentración de cobre en la microcuenca de Jaqira se muestra a continuación en la tabla N° 18 y se encuentra Grafico N° 22:

**Tabla N° 18: Resultados de los Cobre**

| PUNTOS MUESTRE 0 | MA 01 | MA 02 | MA 03 | MA 04 | MA 05 | MA 06 | MA 07 | MA 08 | MA 09 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| COBRE            | 0.62  | 0.28  | 0.04  | 0.22  | 0.26  | 0.49  | 0.3   | 0.72  | 0.19  |

Fuente: Elaboración propia

**Grafico N°22: Resultados de cobre y su comparación con los ECA**



Fuente: Elaboración propia

De los resultados las aguas superficiales de la microcuenca de Jaqira exceden los ECA para Agua de Categoría 3, para riego y bebida de animales, en todos puntos teniendo excepto en el punto 09, teniendo como máxima concentración en el punto 06 y 08 con 0.49 y 0.72 mg/l respectivamente.

## Cromo

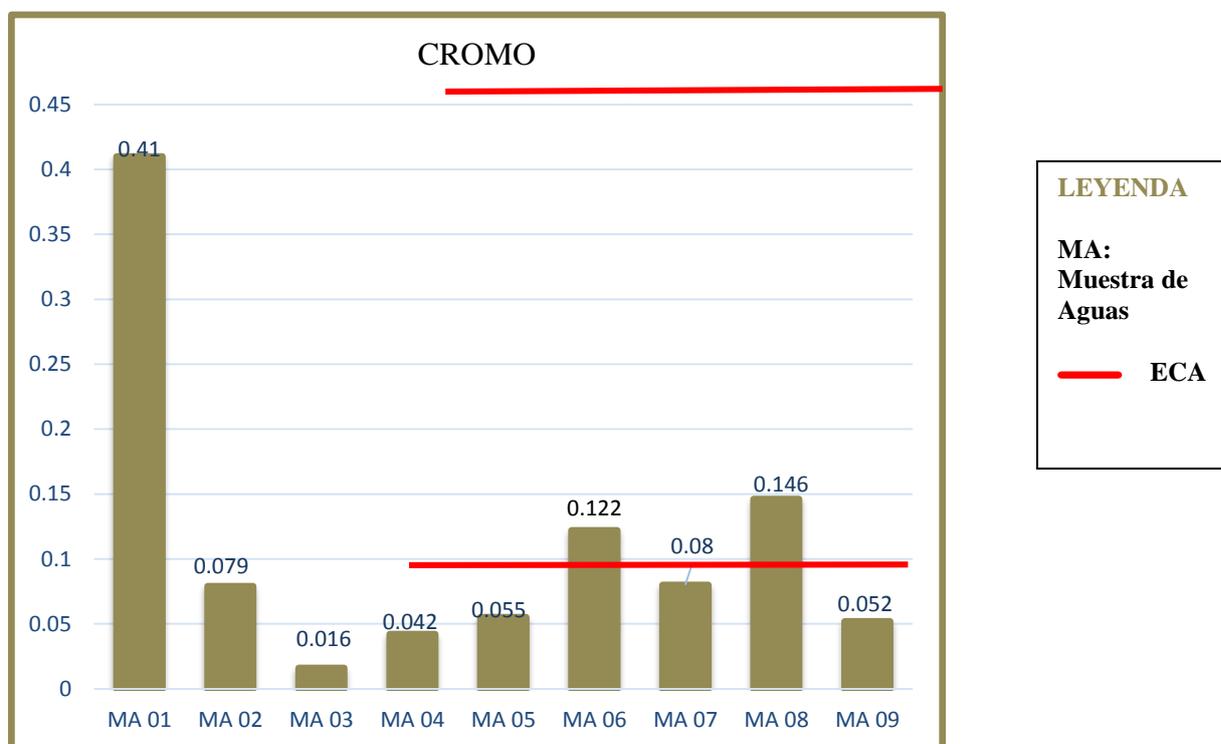
El resultado de la concentración de cromo de las superficiales de la microcuenca de Jaquira se muestra a continuación en la tabla N° 19 y se encuentra Grafico N° 23:

**Tabla N° 19: Resultados de los Cromo**

| PUNTOS MUESTRE 0 | MA 01 | MA 02 | MA 03 | MA 04 | MA 05 | MA 06 | MA 07 | MA 08 | MA 09 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| CROMO            | 0.41  | 0.079 | 0.016 | 0.042 | 0.055 | 0.122 | 0.08  | 0.146 | 0.052 |

Fuente: Elaboración propia

**Grafico N° 23: Resultados de cromo y su comparación con los ECA**



Fuente: Elaboración propia

De los resultados las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira exceden los ECA para Agua de Categoría 3, para riego, en los puntos 06 y 08, teniendo como máxima concentración en el punto 06 y 08 con 0.122 y 0.146 mg/l respectivamente.

## Hierro

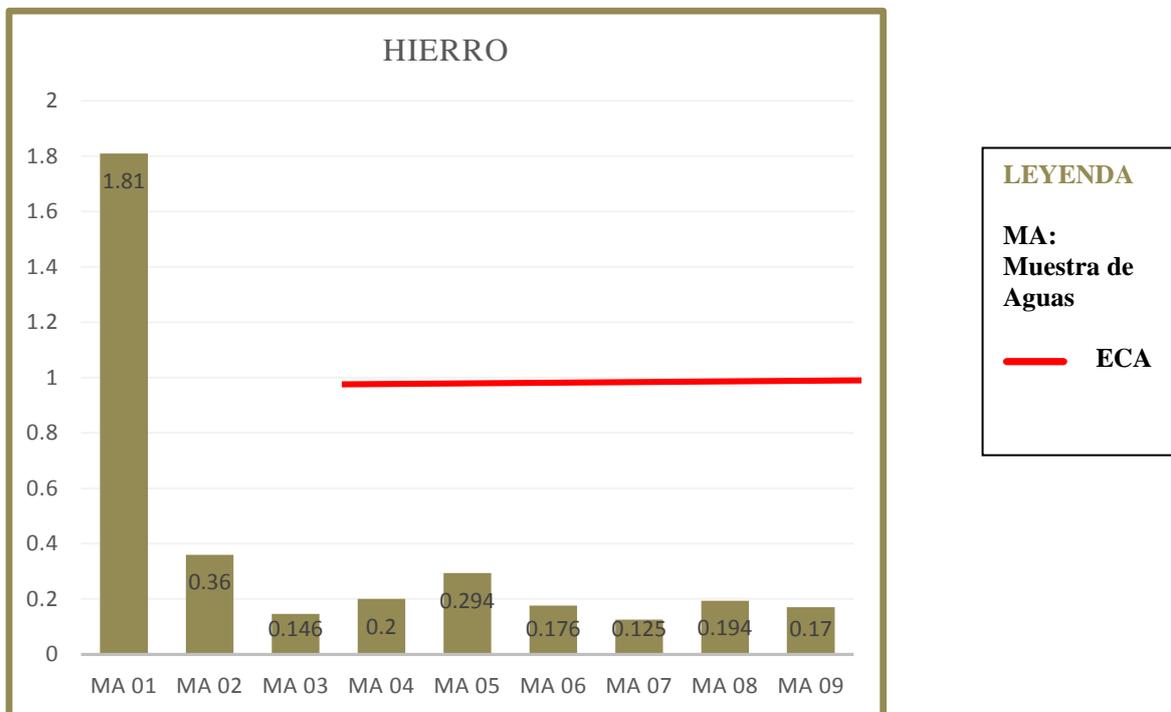
El resultado de las concentraciones de hierro de las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira se muestra a continuación en la tabla N° 20 y se encuentra Grafico N° 24:

**Tabla N°20: Resultados de Hierro**

| PUNTOS MUESTREO | MA 01 | MA 02 | MA 03 | MA 04 | MA 05 | MA 06 | MA 07 | MA 08 | MA 09 |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| HIERRO          | 1.81  | 0.36  | 0.146 | 0.2   | 0.294 | 0.176 | 0.125 | 0.194 | 0.17  |

Fuente: Elaboración propia

**Grafico N°24: Resultados de hierro y su comparación con los ECA**



Fuente: Elaboración propia

De los resultados las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira no exceden los ECA para Agua de Categoría 3, para riego y bebidas de animales.

## Aceites y Grasas

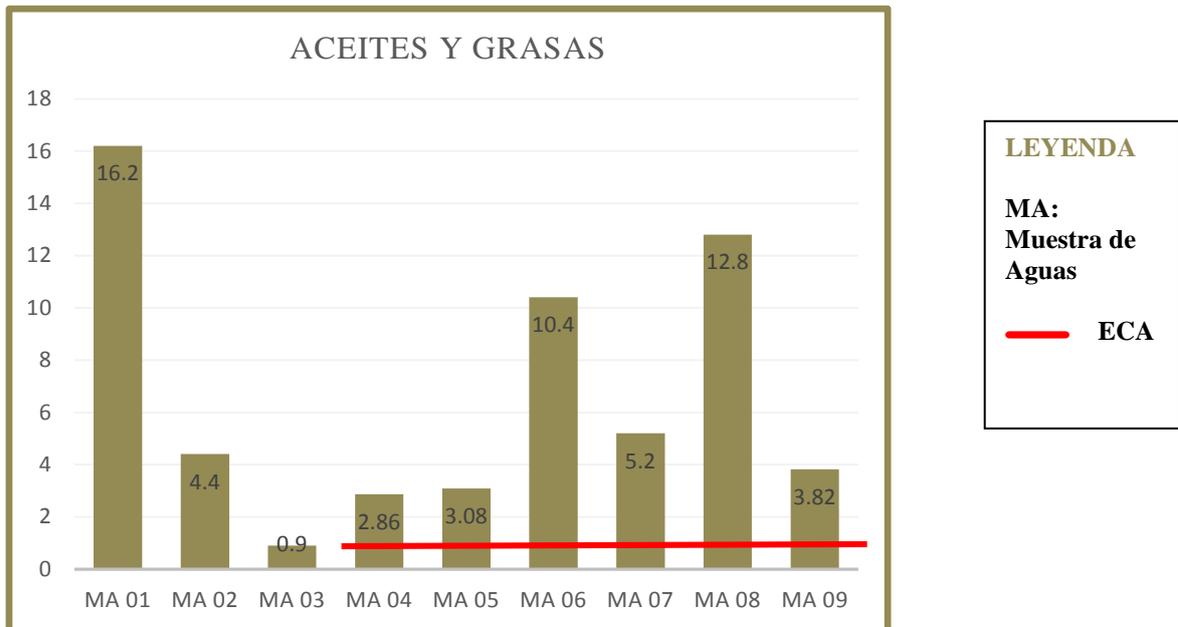
El resultado de las concentraciones de aceites y grasas de la microcuenca de Jaquira se muestra a continuación en la tabla N° 21 y se encuentra Grafico N° 25:

**Tabla N° 21: Resultados de Aceites y Grasas**

| PUNTOS MUESTREO  | MA 01 | MA 02 | MA 03 | MA 04 | MA 05 | MA 06 | MA 07 | MA 08 | MA 09 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ACEITES Y GRASAS | 16.2  | 4.4   | 0.9   | 2.86  | 3.08  | 10.4  | 5.2   | 12.8  | 3.82  |

Fuente: Elaboración propia

**Grafico N° 25: Resultados de hierro y su comparación con los ECA**



Fuente: Elaboración propia

De los resultados las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira exceden los ECA para Agua de Categoría 3, para riego y bebida de animales en todos los puntos muestreados, teniendo como máxima concentración en el punto 06 y 08 con 10.4 y 12.8 mg/l respectivamente.

## Conductividad

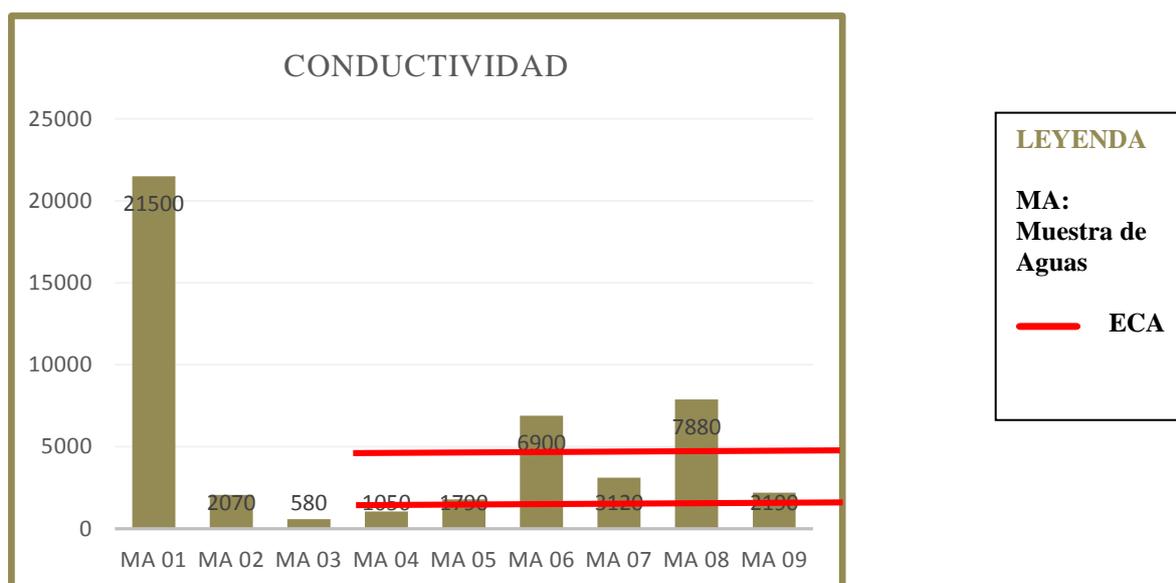
El resultado de la concentración de la conductividad de las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira se muestra a continuación en la tabla N° 22 y se encuentra Grafico N°: 26

**Tabla N° 22: Resultados de la conductividad**

| PUNTOS MUESTREO | MA 01 | MA 02 | MA 03 | MA 04 | MA 05 | MA 06 | MA 07 | MA 08 | MA 09 |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| CONDUCTIVIDAD   | 21500 | 2070  | 580   | 1050  | 1790  | 6900  | 3120  | 7880  | 2190  |

Fuente: Elaboración propia

**Grafico N° 26: Resultados de la conductividad y su comparación con los ECA**



Fuente: Elaboración propia

De los resultados las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira exceden los ECA para Agua de Categoría 3, para riego y bebidas de animales en todos los puntos muestreados.

Teniendo como máximas concentraciones en los puntos 06 y 08 de 6900 y 7880 mg/l respectivamente.

## Oxígeno Disuelto

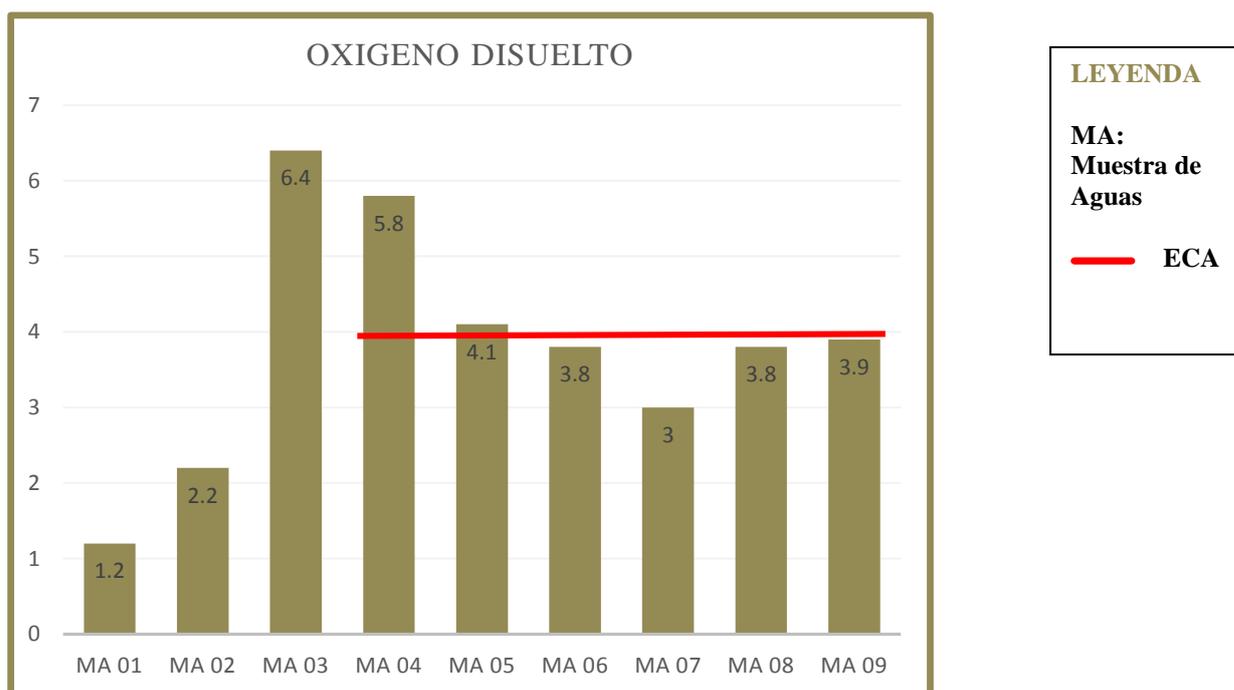
El resultado de la concentración del oxígeno disuelto en las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira se muestra a continuación en la tabla N° 23 y se encuentra Grafico: 27.

**Tabla N° 23: Resultados del Oxígeno Disuelto**

| PUNTOS MUESTREO  | MA 01 | MA 02 | MA 03 | MA 04 | MA 05 | MA 06 | MA 07 | MA 08 | MA 09 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| OXIGENO DISUELTO | 1.2   | 2.2   | 6.4   | 5.8   | 4.1   | 3.8   | 3     | 3.8   | 3.9   |

Fuente: Elaboración propia

**Grafico N° 27: Resultados de la conductividad y su comparación con los ECA**



Fuente: Elaboración propia

De los resultados de las concentraciones de las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira se evidencia que dos puntos 04 y 05 exceden los ECA para Agua de Categoría 3, para riego y bebidas de animales con 5.8 y 4.1 mg/l respectivamente. Aguas abajo las concentraciones de OD se encuentran dentro del ECA.

## Sólidos Suspendidos

El resultado de las concentraciones de sólidos suspendidos de la microcuenca de Jaquira se muestra a continuación en la tabla N° 24 y se encuentra Grafico N° 28:

**Tabla N° 24: Resultados de los sólidos suspendidos**

| PUNTOS MUESTREO     | MA 01 | MA 02 | MA 03 | MA 04 | MA 05 | MA 06 | MA 07 | MA 08 | MA 09 |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SOLIDOS SUSPENDIDOS | 26.40 | 12.10 | 10.40 | 1.10  | 9.40  | 3.60  | 5.20  | 2.90  | 2.82  |

Fuente: Elaboración propia

**Grafico N° 28: Resultados de la conductividad**



Fuente: Elaboración propia

La concentración de los sólidos suspendidos en la microcuenca reduce sus concentraciones conforme se dirigen aguas abajo. Este parámetro no se encuentra considerado en la normativa es por ello que no es comparable con los ECA. Sin embargo la reducción de su concentración desde el primer punto con 26.40 en los lixiviados hasta el último punto aguas abajo (09) de 2.82mg/l es visible en el gráfico.

## Sólidos Sedimentables

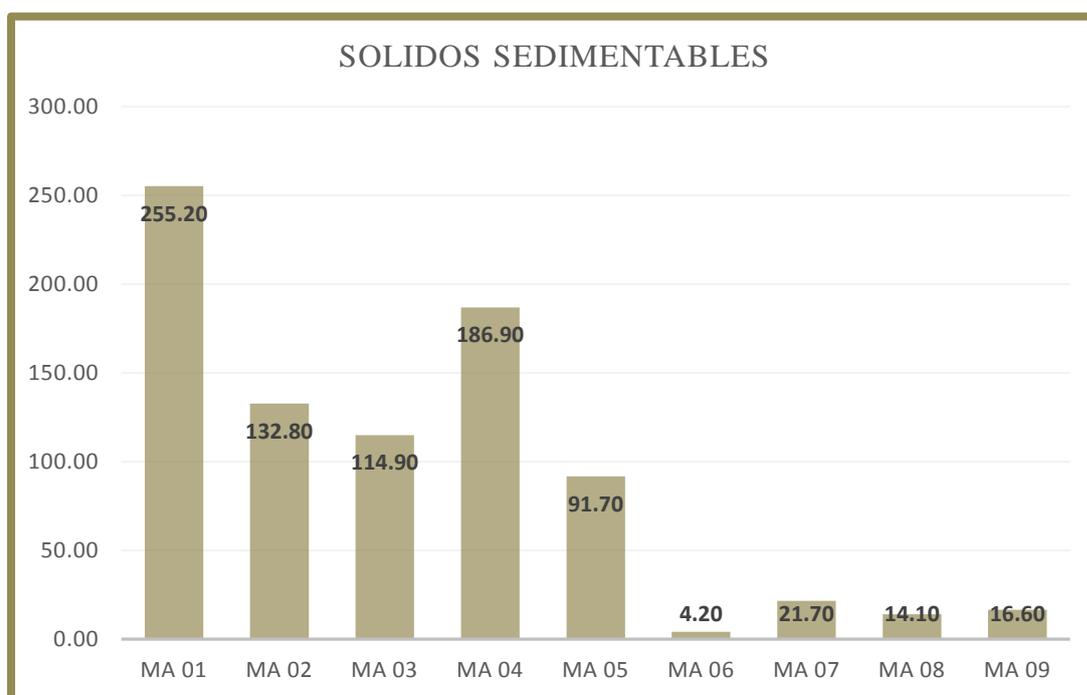
El resultado de las concentraciones de los sólidos sedimentables de las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira se muestra a continuación en la tabla N° 25 y se encuentra Grafico N° 29:

**Tabla N° 25: Resultados de los sólidos sedimentables**

| PUNTOS MUESTREO       | MA 01  | MA 02 | MA 03  | MA 04 | MA 05 | MA 06 | MA 07 | MA 08 | MA 09 |
|-----------------------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SOLIDOS SEDIMENTABLES | 255.20 | 132.8 | 114.90 | 186.9 | 91.70 | 4.20  | 21.70 | 14.10 | 16.60 |

Fuente: Elaboración propia

**Grafico N° 29: Resultados de la conductividad**



Fuente: Elaboración propia

La concentración de los sólidos suspendidos en la microcuenca reduce sus concentraciones conforme se dirigen aguas abajo. Este parámetro no se encuentra considerado en la normativa, es por ello que no es comparable con los ECA. Sin embargo la reducción de su concentración desde el primer punto con 255.20 en los lixiviados hasta el último punto aguas abajo (09) de 16.60 mg/l es visible en el gráfico.

## CAPITULO IV

### PROCESO DE CONTRASTE DE HIPOTESIS

#### 4.1 PRUEBA DE HIPOTESIS GENERAL

##### **Hipótesis General**

**HG:** La evaluación de las características fisicoquímicas de los lixiviados en la microcuena de Jaquira excede los Límites Máximos Permisibles y los Estándares de calidad Ambiental de categoría 3, en época de estiaje 2015.

##### **Hipótesis Alterna**

**HA:** La evaluación de las características fisicoquímicas de los lixiviados en la microcuena de Jaquira no excede los Límites Máximos Permisibles y los Estándares de calidad Ambiental de categoría 3, en época de estiaje 2015.

De los 16 parámetros evaluados 13 se pueden comparar con los ECA del Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, de la Categoría 3 Riego de Vegetales y Bebida de Animales, de las cuales se ingresó los datos al MINITAB para la comprobación de la hipótesis general. En la siguiente tabla N° 24 muestra los niveles de significancia de 13 de parámetros evaluados:

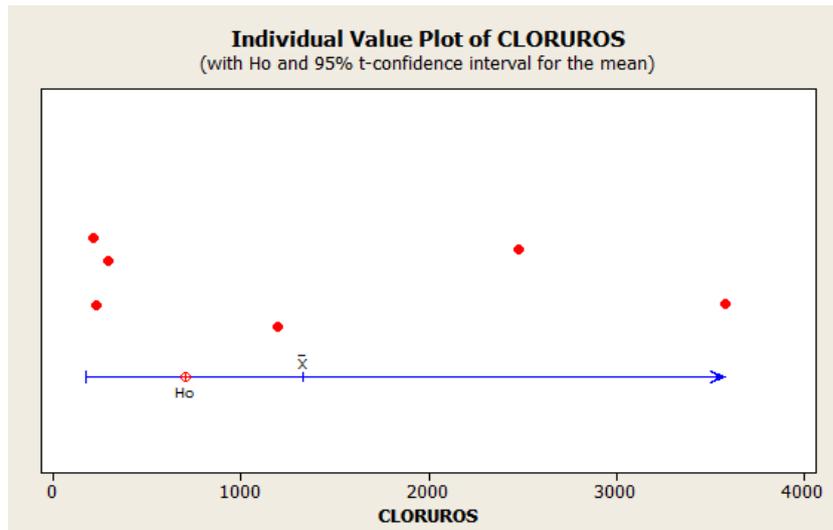
**Tabla N° 26: Nivel de Significancia de 13 parámetros evaluados**

| <b>PARAMETROS</b>       | <b>PRUEBA</b> | <b>T</b> | <b>P</b> | <b>SIGNIFICANCIA</b> |
|-------------------------|---------------|----------|----------|----------------------|
| <b>PH</b>               | U>8.50        | -0.70    | 0.742    | NS                   |
| <b>CLORUROS</b>         | U>700         | 1.09     | 0.162    | NS                   |
| <b>NITRATOS</b>         | U>50          | 2.71     | 0.021    | CS                   |
| <b>SULFATOS</b>         | U>500         | -9.89    | 1.000    | NS                   |
| <b>DBO5</b>             | U>15          | 4.24     | 0.004    | CS                   |
| <b>FOSFATOS</b>         | U>1           | 2.80     | 0.019    | CS                   |
| <b>MANGANESO</b>        | U>0.2         | 3.33     | 0.010    | CS                   |
| <b>COBRE</b>            | U>0.5         | 1.96     | 0.054    | NS                   |
| <b>CROMO</b>            | U>1           | -0.94    | 0.806    | NS                   |
| <b>HIERRO</b>           | U>1           | -37.16   | 1.000    | NS                   |
| <b>ACEITES Y GRASAS</b> | U>1           | 3.12     | 0.013    | CS                   |
| <b>CONDUCTIVIDAD</b>    | U>5000        | 1.56     | 0.090    | NS                   |
| <b>OD</b>               | U>4           | 0.18     | 0.434    | NS                   |

Fuente: Elaboración propia  
NS: No hay significancia

CS: Con significancia  
U: Hipótesis General

Grafico N°30:  
**Comprobación pH en el MINITAB**



Fuente: Elaboración Propia

De la figura se visualiza que gran parte de los puntos muestreados están por debajo de lo establecido en la hipótesis general, la media del pH es 8.42, lo que implica que el pH promedio de la microcuenca es menor o igual a 8.50 establecido en los ECA para Agua de los puntos muestreados. Para HG:  $U > 8.50$  y HA:  $U \leq 8.50$  se tiene:

**Tabla N° 27: Resultados del PH en MINITAB**

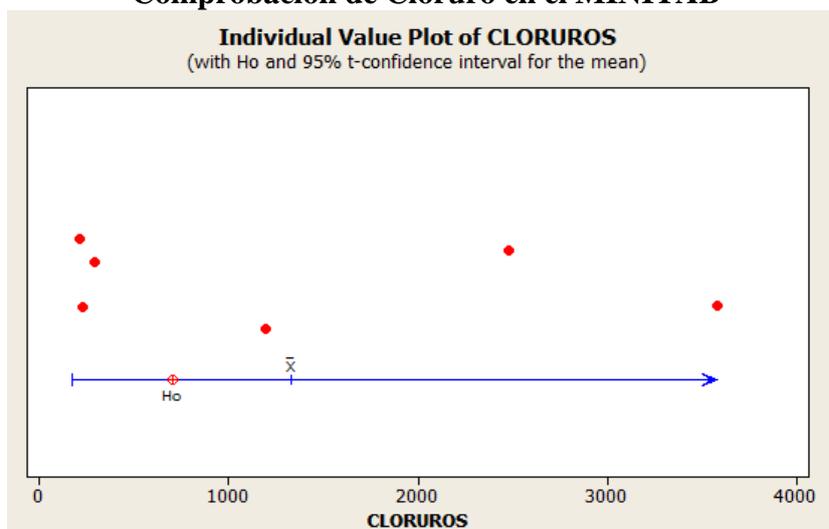
| Variable | N° Puntos | Media   | Desviación Estándar | T     | P     |
|----------|-----------|---------|---------------------|-------|-------|
| pH       | 6         | 8.42333 | 0.26853             | -0.70 | 0.742 |

Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que el valor obtenido de “p” es  $0.742 > 0.05$ . El nivel de significancia indica que no se puede rechazar la HA. El valor de “p” muestra que supera el nivel significancia lo cual demostraría que el PH en esta investigación no tiene significancia, por lo tanto se descarta la hipótesis general con respecto al parámetro pH.

La comprobación de la hipótesis demuestra que el pH se encuentra dentro de los Estándares de Calidad Ambiental para Aguas de Categoría 3, tanto como para riego de vegetales como para bebida de animales, en concordancia con el Decreto Supremo N°002-2008-MINAM. Se invalida la hipótesis con respecto al parámetro pH.

**Grafico N° 31**  
**Comprobación de Cloruro en el MINITAB**



Fuente: Elaboración propia

De la figura se visualiza que 05 de los puntos muestreados no están acorde con lo establecido en la hipótesis general, la media de los cloruros es 1329.90, lo que implica que los cloruros promedio de la microcuenca superan lo establecido en los ECA para Agua de los puntos muestreados. Para HG:  $U > 700$  y HA:  $U \leq 700$  se tiene:

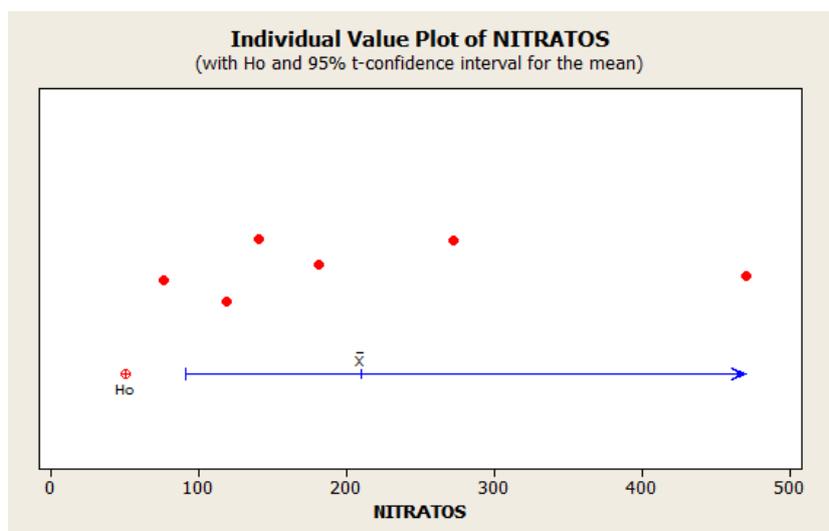
**Tabla N° 28: Resultados del Cloruro en MINITAB**

| Variable | N° Puntos | Media   | Desviación Estándar | T    | P     |
|----------|-----------|---------|---------------------|------|-------|
| Cloruros | 6         | 1329.90 | 1411.91             | 1.09 | 0.162 |

Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que el valor obtenido de “p” es 0.162, el cual supera el 0.05., por lo tanto se rechaza la hipótesis general, lo que implica que existen puntos muestreados con valores menores o igual a 700. El valor de “p” muestra que supera el nivel significancia lo cual demuestra que los cloruros en esta investigación no tienen significancia, por lo tanto se descarta la hipótesis general con respecto al parámetro cloruros. Existen puntos muestreados de cloruros que se encuentra dentro de los Estándares de Calidad Ambiental para Aguas de Categoría 3, tanto como para riego de vegetales como para bebida de animales, en concordancia con el Decreto Supremo N°002-2008-MINAM. Se invalida la hipótesis general (HG) con respecto al parámetro Cloruro.

**Grafico N° 32**  
**Comprobación de Nitratos en el MINITAB**



Elaboración Propia

De la figura se visualiza todos los puntos muestreados están en concordancia con lo establecido en la hipótesis general, la media de los nitratos es 209.700, lo que implica que el promedio de los nitratos de la microcuenca superan lo establecido en los ECA para Agua de los puntos muestreados. Para HG:  $U > 50$  y HA:  $U \leq 50$  se tiene:

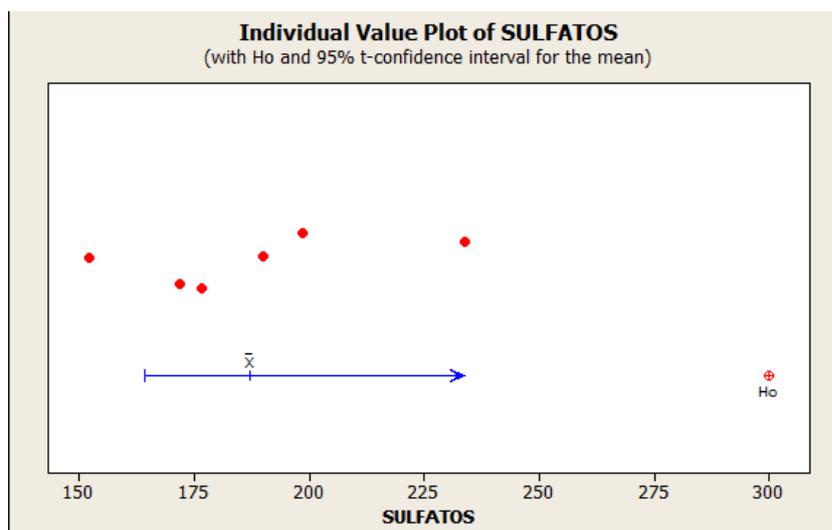
**Tabla N° 29: Resultados de Nitrato en MINITAB**

| Variable | N° Puntos | Media   | Desviación Estándar | T    | P     |
|----------|-----------|---------|---------------------|------|-------|
| Nitratos | 6         | 209.700 | 144.159             | 2.71 | 0.021 |

Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que el valor obtenido de “p” es 0.021, el cual está por debajo del valor de 0.05., por lo tanto se aprueba la hipótesis general, lo que implica que existen puntos muestreados con valores mayores a 50. El valor de “p” muestra que supera el nivel significancia lo cual demostraría que los nitratos en esta investigación tienen significancia, por lo tanto se descarta la hipótesis alterna (HA) con respecto al parámetro nitratos. La comprobación de la hipótesis demuestra que existen puntos muestreados de nitrato que se encuentran excediendo los Estándares de Calidad Ambiental para Aguas de Categoría 3, en concordancia con el Decreto Supremo N°002-2008-MINAM. Se valida la hipótesis general con respecto al parámetro nitrato.

**Grafico N° 33**  
**Comprobación de Sulfato en el MINITAB**



Fuente: Elaboración Propia

De la figura se visualiza todos los puntos muestreados no están en concordancia con lo establecido en la hipótesis general, la media de los sulfatos es 187.117, lo que implica que el promedio de los sulfatos es de la microcuenca se encuentran dentro de lo establecido en los ECA para Agua de los puntos muestreados. Para HG:  $U > 500$  y HA:  $U = < 500$  se tiene:

**Tabla 30: Resultados del Sulfato en MINITAB**

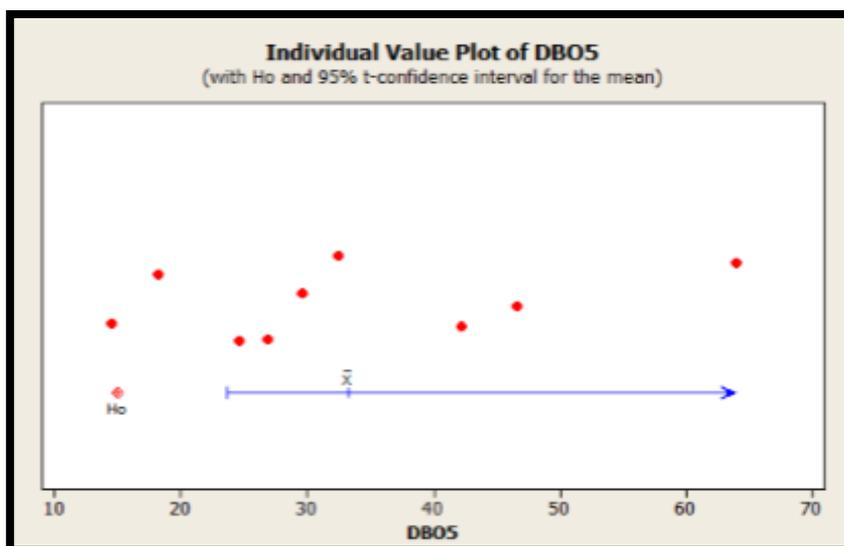
| Variable | N° Puntos | Media   | Desviación Estándar | T     | P     |
|----------|-----------|---------|---------------------|-------|-------|
| Sulfatos | 6         | 187.117 | 27.970              | -9.89 | 1.000 |

Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que el valor obtenido de “p” es 1.000, el cual está excediendo el valor de 0.05, por lo tanto se rechaza la hipótesis general, lo que implica que los puntos muestreados no superan los Estándares de Calidad Ambiental para Aguas de Categoría 3. El valor de “p” muestra que supera el nivel significancia lo cual demostraría que los sulfatos en esta investigación no tienen significancia, por lo tanto se descarta la hipótesis general (HG) con respecto al parámetro sulfatos. La comprobación de la hipótesis demuestra que existen puntos muestreados de sulfato que no se encuentran excediendo los Estándares de Calidad Ambiental para Aguas de Categoría 3, en concordancia con el Decreto Supremo N°002-2008-MINAM.

Se invalida la hipótesis general con respecto al parámetro sulfato.

**Grafico N° 34**  
**Comprobación de DBO5 en el MINITAB**



Fuente: Elaboración propia

De la figura se visualiza todos los puntos muestreados están en concordancia con lo establecido en la hipótesis general, la media de los DBO5 es 28.98 lo que implica que el promedio de los DBO5 de la microcuenca superan lo establecido en los ECA para Agua de los puntos muestreados. Para HG:  $U > 15$  y HA:  $U \leq 15$  se tiene:

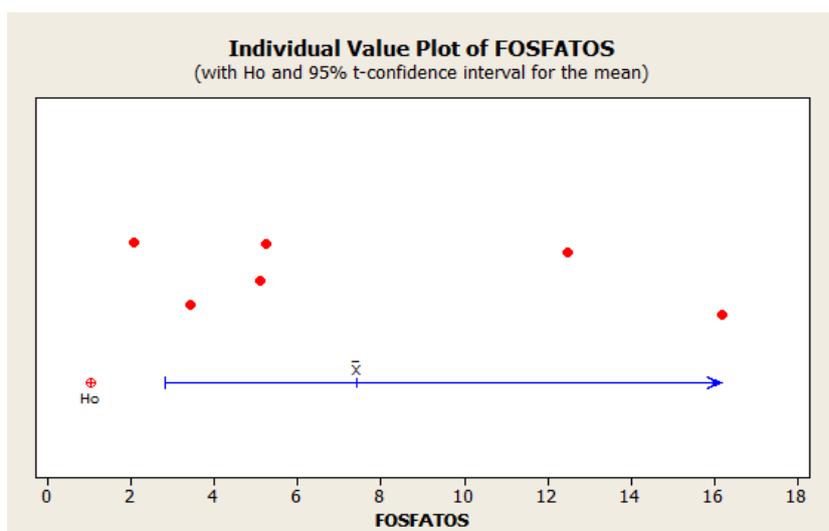
**Tabla N° 31: Resultados del DBO5 en MINITAB**

| Variable | N° Puntos | Media   | Desviación Estándar | T    | P     |
|----------|-----------|---------|---------------------|------|-------|
| DBO5     | 6         | 28.9833 | 8.0817              | 4.24 | 0.004 |

Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que el valor obtenido de “p” es 0.004, el cual se encuentra por debajo del valor de 0.05, por lo tanto se acepta la hipótesis general. El valor de “p” muestra que supera el nivel significancia lo cual demostraría que los DBO5 en esta investigación tienen significancia, por lo tanto se acepta la hipótesis general (HG) con respecto al parámetro DBO5. La comprobación de la hipótesis demuestra que existen puntos muestreados de DBO5 que se encuentran excediendo los Estándares de Calidad Ambiental para Aguas de Categoría 3, en concordancia con el Decreto Supremo N°002-2008-MINAM. Se valida la hipótesis general con respecto al parámetro DBO5.

**Grafico N° 35**  
**Comprobación de Fosfato en el MINITAB**



Fuente: Elaboración Propia

De la figura se visualiza todos los puntos muestreados están en concordancia con lo establecido en la hipótesis general, la media de los fosfatos es 7.41 lo que implica que el promedio de los fosfatos de la microcuenca superan lo establecido en los ECA para Agua de los puntos muestreados. Para HG:  $U > 1$  y HA:  $U = < 1$  se tiene:

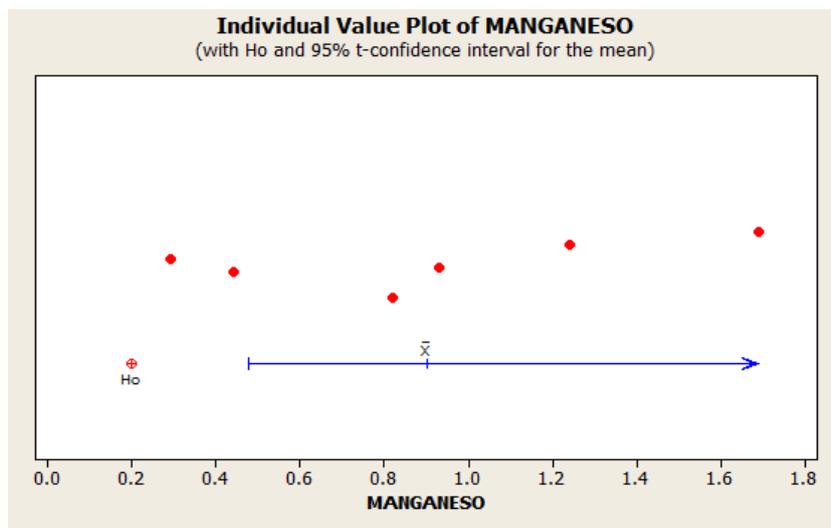
**Tabla N° 32: Resultados del Fosfato en MINITAB**

| Variable | N° Puntos | Media   | Desviación Estándar | T    | P     |
|----------|-----------|---------|---------------------|------|-------|
| FOSFATOS | 6         | 7.41500 | 5.619661            | 2.80 | 0.019 |

Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que el valor obtenido de “p” es 0.019, el cual se encuentra por debajo del valor de 0.05, por lo tanto se acepta la hipótesis general. El valor de “p” muestra que supera el nivel significancia lo cual demostraría que el fosfato en esta investigación tiene significancia, por lo tanto se acepta la hipótesis general (HG) con respecto al parámetro fosfato. La comprobación de la hipótesis demuestra que existen puntos muestreados de fosfato que se encuentran excediendo los Estándares de Calidad Ambiental para Aguas de Categoría 3, en concordancia con el Decreto Supremo N°002-2008-MINAM. Se valida la hipótesis general con respecto al parámetro fosfato.

**Grafico N° 36**  
**Comprobación de Manganeso en el MINITAB**



Fuente: Elaboración Propia

De la figura se visualiza todos los muestreados están en concordancia con lo establecido en la hipótesis general, la media del manganeso es 0.901 lo que implica que el promedio del manganeso de la microcuenca superan lo establecido en los ECA para Agua de los puntos muestreados. Para HG:  $U > 0.2$  y HA:  $U \leq 0.2$  se tiene:

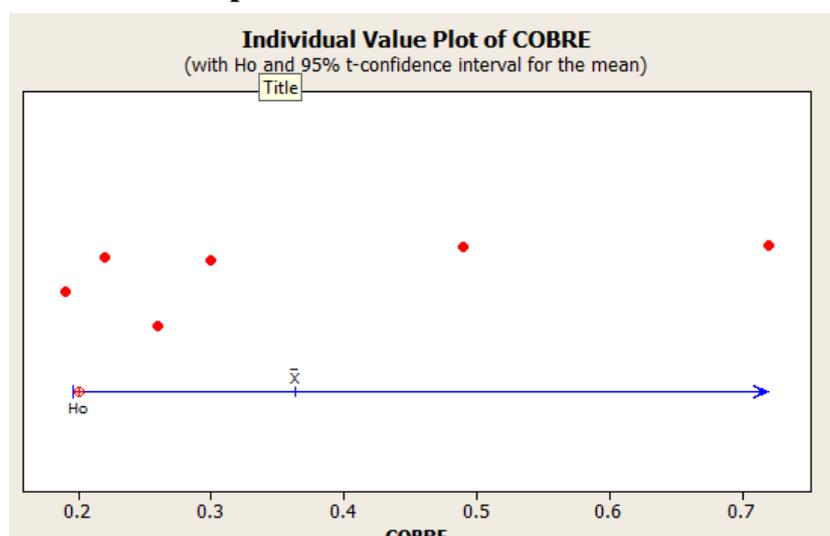
**Tabla N° 33: Resultados del Manganeso en MINITAB**

| Variable  | N° Puntos | Media    | Desviación Estándar | T    | P     |
|-----------|-----------|----------|---------------------|------|-------|
| MANGANESO | 6         | 0.901667 | 0.515884            | 3.33 | 0.010 |

Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que el valor obtenido de “p” es 0.010, el cual se encuentra por debajo del valor de 0.05, por lo tanto se acepta la hipótesis general. El valor de “p” muestra que el nivel significancia lo cual demostraría que el manganeso en esta investigación tiene significancia, por lo tanto se acepta la hipótesis general (HG) con respecto al parámetro manganeso. La comprobación de la hipótesis demuestra que existen puntos muestreados de manganeso que se encuentran excediendo los Estándares de Calidad Ambiental para Aguas de Categoría 3, en concordancia con el Decreto Supremo N°002-2008-MINAM. Se valida la hipótesis general con respecto al parámetro manganeso.

**Grafico N° 37**  
**Comprobación de Cobre en el MINITAB**



Fuente: Elaboración propia

De la figura se visualiza todos los muestreados están en concordancia con lo establecido en la hipótesis general, la media del cobre es 0.363 lo que implica que el promedio del cobre de la microcuenca superan lo establecido en los ECA para Agua de los puntos muestreados. Para HG:  $U > 0.2$  y HA:  $U \leq 0.2$  se tiene:

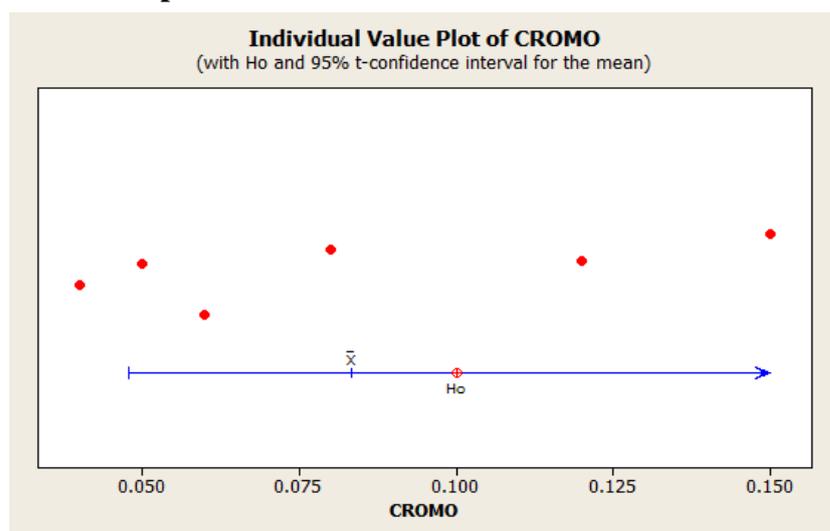
**Tabla N° 34: Resultados del Cobre en MINITAB**

| Variable | N° Puntos | Media    | Desviación Estándar | T    | P     |
|----------|-----------|----------|---------------------|------|-------|
| COBRE    | 6         | 0.363333 | 0.204222            | 1.96 | 0.054 |

Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que el valor obtenido de “p” es 0.054, el cual se encuentra en el límite del valor de 0.05, por lo tanto se acepta la hipótesis general. El valor de “p” muestra que el nivel significancia lo cual demostraría que el cobre en esta investigación tiene significancia, por lo tanto se acepta la hipótesis general (HG) con respecto al parámetro cobre. La comprobación de la hipótesis demuestra que existen puntos muestreados de cobre que se encuentran excediendo los Estándares de Calidad Ambiental para Aguas de Categoría 3, para riego de vegetales, en concordancia con el Decreto Supremo N°002-2008-MINAM. Se valida la hipótesis general con respecto al parámetro cobre.

**Grafico N° 38**  
**Comprobación de Cromo en el MINITAB**



Fuente: Elaboración propia

De la figura se visualiza todos los muestreados no están en concordancia con lo establecido en la hipótesis general, la media del cobre es 0.083 lo que implica que el promedio del cobre de la microcuenca no superan lo establecido en los ECA para Agua de los puntos muestreados. Para HG:  $U > 0.1$  y HA:  $U \leq 0.1$  se tiene:

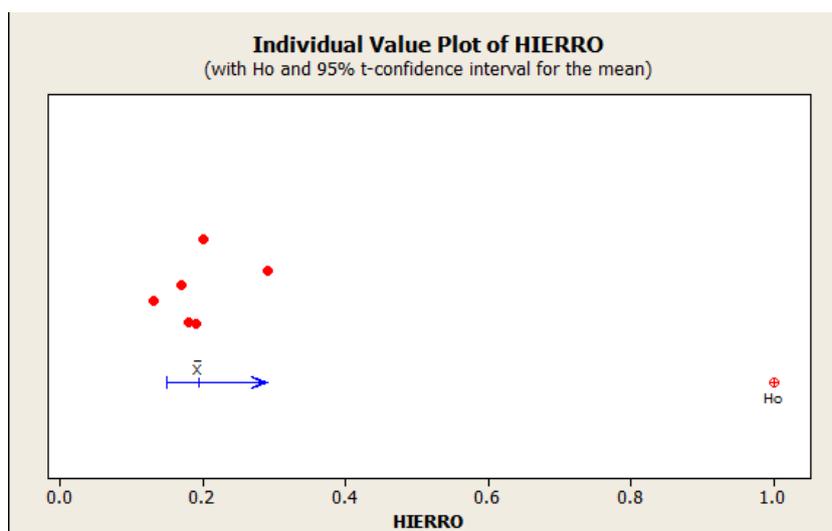
**Tabla N° 35: Resultados del Cromo en MINITAB**

| Variable | N° Puntos | Media    | Desviación Estándar | T     | P     |
|----------|-----------|----------|---------------------|-------|-------|
| COBRE    | 6         | 0.083333 | 0.043205            | -0.94 | 0.806 |

Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que el valor obtenido de “p” es 0.806, el cual se encuentra sobre el límite del valor de 0.05, por lo tanto se rechaza la hipótesis general. El valor de “p” muestra que el nivel significancia lo cual demostraría que el cobre en esta investigación no tiene significancia, por lo tanto se acepta la hipótesis alterna (HA) con respecto al parámetro cromo. La comprobación de la hipótesis demuestra que existen puntos muestreados de cromo que se encuentran dentro los Estándares de Calidad Ambiental para Aguas de Categoría 3, para riego de vegetales, en concordancia con el Decreto Supremo N°002-2008-MINAM. Se invalida la hipótesis general con respecto al parámetro cobre.

**Grafico N° 39**  
**Comprobación de Hierro en el MINITAB**



Fuente: Elaboración propia

De la figura se visualiza todos los muestreados no están en concordancia con lo establecido en la hipótesis general, la media del cobre es 0.083 lo que implica que el promedio del cobre de la microcuenca no superan lo establecido en los ECA para Agua de los puntos muestreados. Para HG:  $U > 1$  y HA:  $U \leq 1$  se tiene:

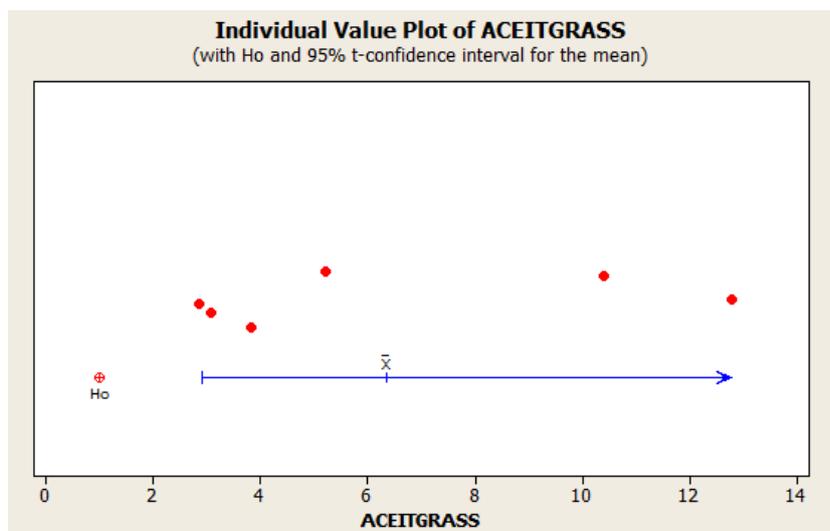
**Tabla N° 36: Resultados del Hierro en MINITAB**

| Variable | N° Puntos | Media    | Desviación Estándar | T      | P     |
|----------|-----------|----------|---------------------|--------|-------|
| HIERRO   | 6         | 0.193333 | 0.053166            | -37.16 | 1.000 |

Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que el valor obtenido de “p” es 1.00, el cual se encuentra sobre el valor de 0.05, por lo tanto se rechaza la hipótesis general. El valor de “p” muestra que el nivel significancia lo cual demostraría que el hierro en esta investigación no tiene significancia, por lo tanto se acepta la hipótesis alterna (HA) con respecto al parámetro hierro. La comprobación de la hipótesis demuestra que existen puntos muestreados de hierro que se encuentran dentro los Estándares de Calidad Ambiental para Aguas de Categoría 3, en concordancia con el Decreto Supremo N°002-2008-MINAM. Se invalida la hipótesis general con respecto al parámetro hierro.

**Grafico N° 40**  
**Comprobación de Aceites y Grasas en el MINITAB**



De la figura se visualiza todos los muestreados están en concordancia con lo establecido en la hipótesis general, la media de aceites y grasas es 6.36 lo que implica que el promedio de aceites y grasas de la microcuenca superan lo establecido en los ECA para Agua de los puntos muestreados. Para HG:  $U > 1$  y HA:  $U = < 1$  se tiene:

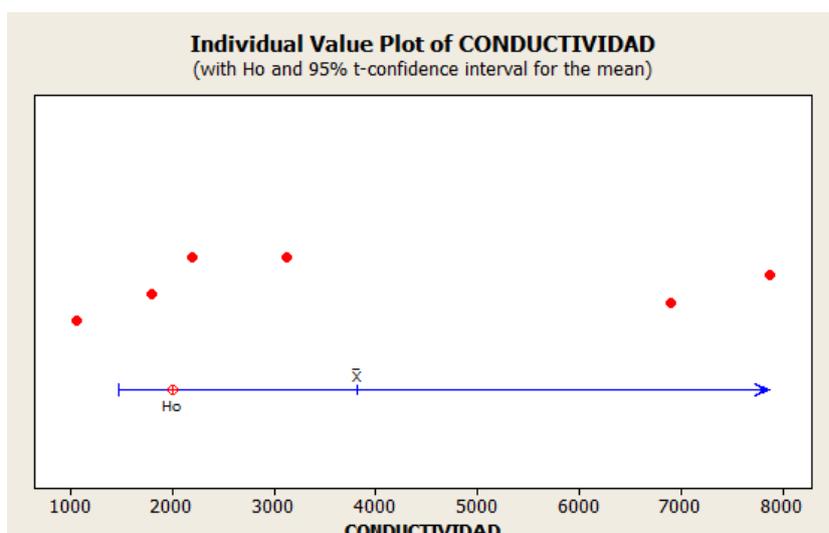
**Tabla N° 37: Resultados de Aceites y Grasas en MINITAB**

| Variable       | N° Puntos | Media   | Desviación Estándar | T    | P     |
|----------------|-----------|---------|---------------------|------|-------|
| CEITES Y RASAS | 6         | 6.36000 | 4.20953             | 3.12 | 0.013 |

Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que el valor obtenido de “p” es 0.013, el cual se encuentra debajo del valor de 0.05, por lo tanto se acepta la hipótesis general. El valor de “p” muestra que el nivel significancia lo cual demostraría que los aceites y grasas en esta investigación tiene significancia, por lo tanto se acepta la hipótesis general (HG) con respecto al parámetro Aceites y grasas. La comprobación de la hipótesis demuestra que existen puntos muestreados de aceites y grasas que se encuentran excediendo los Estándares de Calidad Ambiental para Aguas de Categoría 3, en concordancia con el Decreto Supremo N°002-2008-MINAM. Se valida la hipótesis general con respecto al parámetro aceites y grasas.

**Grafico N° 41**  
**Comprobación de Conductividad en el MINITAB**



Fuente: Elaboración propia

De la figura se visualiza que gran parte de los puntos muestreados no están en concordancia con lo establecido en la hipótesis general, la media de conductividad es 3821.67, lo que implica que el promedio de conductividad de la microcuenca supera lo establecido en los ECA para Agua de los puntos muestreados. Para  $H_0: U > 2000$  y  $H_A: U < 2000$  se tiene:

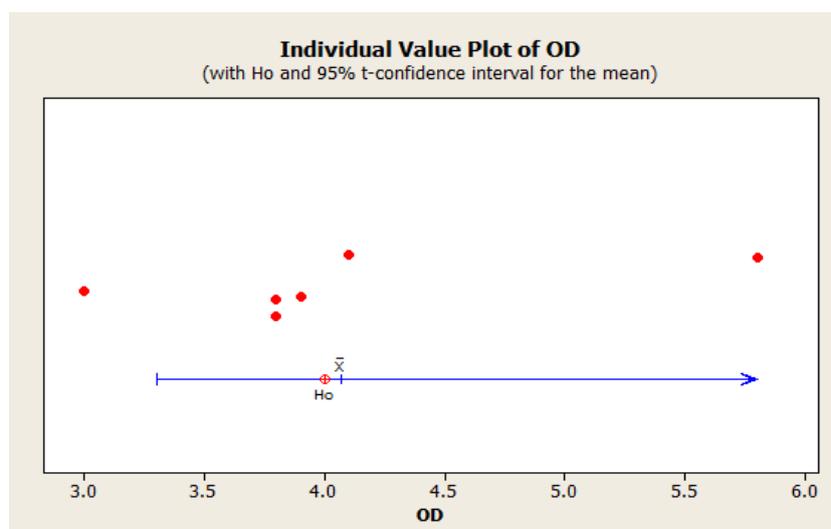
**Tabla N° 38: Resultados de Conductividad en MINITAB**

| Variable      | N° Puntos | Media   | Desviación Estándar | T    | P     |
|---------------|-----------|---------|---------------------|------|-------|
| Conductividad | 6         | 3821.67 | 2860.44             | 1.56 | 0.090 |

Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que el valor obtenido de “p” es 0.090, el cual se encuentra sobre el valor de 0.05, por lo tanto se rechaza la hipótesis general. El valor de “p” muestra el nivel de significancia lo cual demostraría que la conductividad en esta investigación no tiene significancia, por lo tanto se acepta la hipótesis alterna ( $H_A$ ) con respecto al parámetro conductividad. La comprobación de la hipótesis demuestra que existen puntos muestreados de conductividad que no exceden los Estándares de Calidad Ambiental para Aguas de Categoría 3, en concordancia con el Decreto Supremo N°002-2008-MINAM. Se invalida la hipótesis general con respecto al parámetro conductividad.

**Grafico N° 42**  
**Comprobación de Oxígeno Disuelto (OD) en el MINITAB**



Fuente: Elaboración propia

De la figura se visualiza gran parte de los puntos muestreados no están en concordancia con lo establecido en la hipótesis general, la media de OD es 4.06, lo que implica que el promedio del OD de la microcuenca no supera lo establecido en los ECA para Agua de los puntos muestreados. Para  $H_G: U > 4$  y  $H_A: U \leq 4$  se tiene:

**Tabla N° 39: Resultados de Oxígeno Disuelto (OD) en MINITAB**

| Variable | N° Puntos | Media   | Desviación Estándar | T    | P     |
|----------|-----------|---------|---------------------|------|-------|
| OD       | 6         | 4.06667 | 0.92880             | 0.18 | 0.434 |

Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que el valor obtenido de “p” es 0.434, el cual se encuentra sobre el valor de 0.05, por lo tanto se rechaza la hipótesis general. El valor de “p” muestra el nivel significancia lo cual demostraría que el OD en esta investigación no tiene significancia, por lo tanto se acepta la hipótesis alterna (HA) con respecto al parámetro OD. La comprobación de la hipótesis demuestra que existen puntos muestreados de Oxígeno disuelto que no exceden los Estándares de Calidad Ambiental para Aguas de Categoría 3, en concordancia con el Decreto Supremo N°002-2008-MINAM. Se invalida la hipótesis general con respecto al parámetro Oxígeno disuelto.

## 4.2 PRUEBA DE HIPOTESIS ESPECÍFICA

### Hipótesis Específica N° 1:

HE: Los parámetros fisicoquímicos de los lixiviados provenientes del botadero municipal de la provincia de Cusco exceden los límites máximos permisibles

HA: Los parámetros fisicoquímicos de los lixiviados provenientes del botadero municipal de la provincia de Cusco no exceden los límites máximos permisibles

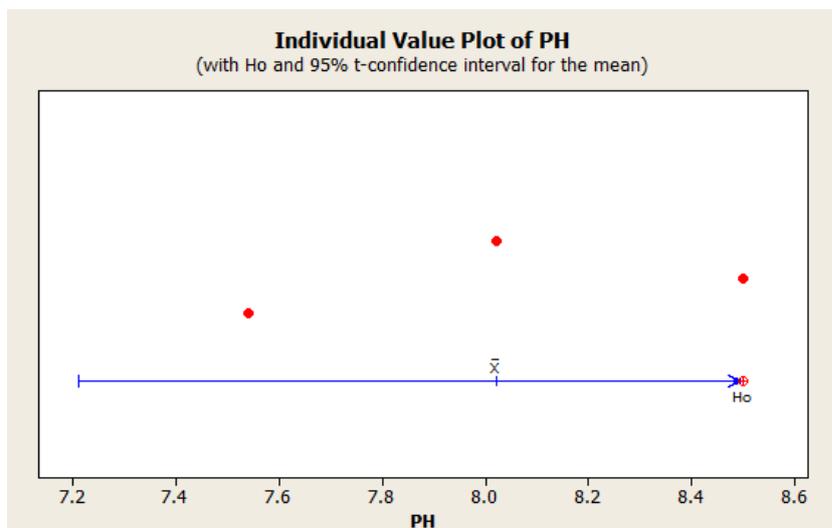
Los parámetros fueron comparados con la normativa internacional y validados en el MINITAB:

**Tabla N°40: Prueba específica N°1**

| PARAMETROS | PRUEBA | P     | SIGNIFICANCIA |
|------------|--------|-------|---------------|
| PH         | U>8.50 | 0.887 | NS            |
| DBO        | U>20   | 0.137 | NS            |
| Cobre      | U>0.1  | 0.809 | NS            |
| Cromo      | U>0.1  | 0.311 | NS            |
| Hierro     | U>2    | 0.928 | NS            |

Fuente: Elaboración propia

**Grafico N° 43**  
**Comprobación de PH en el MINITAB de Lixiviados**



De la figura se visualiza de los puntos muestreados no están en concordancia con lo establecido en la hipótesis general, la media de PH es 8.020, lo que implica que el promedio del PH de los lixiviados no supera lo establecido los Límites de efluentes líquidos provenientes del tratamiento de residuos sólidos físicos, químicos o biológicos – Austria. Para HG:  $U > 8.50$  y HA:  $U \leq 8.50$  se tiene:

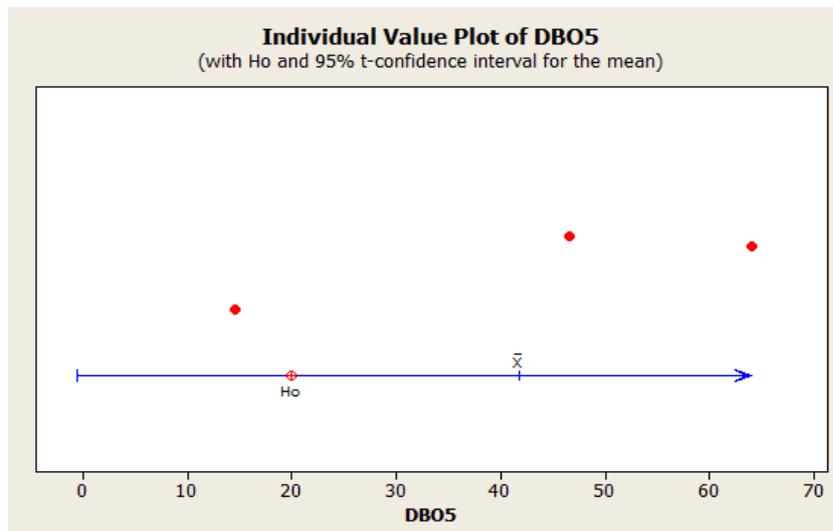
**Tabla N° 41**  
**Resultados de PH en MINITAB de Lixiviados**

| <b>Variable</b> | <b>N° Puntos</b> | <b>Media</b> | <b>Desviación Estándar</b> | <b>T</b> | <b>P</b> |
|-----------------|------------------|--------------|----------------------------|----------|----------|
| PH              | 3                | 8.02000      | 0.48000                    | -1.73    | 0.887    |

Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que el valor obtenido de “p” es 0.887, el cual se encuentra sobre el valor de 0.05, por lo tanto se rechaza la hipótesis general. El valor de “p” muestra el nivel significancia lo cual demostraría que el PH en esta investigación no tiene significancia, por lo tanto se acepta la hipótesis alterna (HA) con respecto al parámetro PH. La comprobación de la hipótesis demuestra que las concentraciones de PH muestreadas de lixiviados que no exceden los Límites de efluentes líquidos provenientes del tratamiento de residuos sólidos físicos, químicos o biológicos – Austria. Se invalida la hipótesis general con respecto al parámetro PH.

**Grafico N° 44**  
**Comprobación de la DBO en el MINITAB de Lixiviados**



Fuente: Elaboración propia

De la figura se visualiza que dos de los tres puntos muestreados exceden los LMP. La media de DBO es 41.700, lo que implica que el promedio del DBO de los lixiviados supera lo establecido los Límites de efluentes líquidos provenientes del tratamiento de residuos sólidos físicos, químicos o biológicos – Austria. Para  $H_0: U > 20$  y  $H_A: U \leq 20$  se tiene

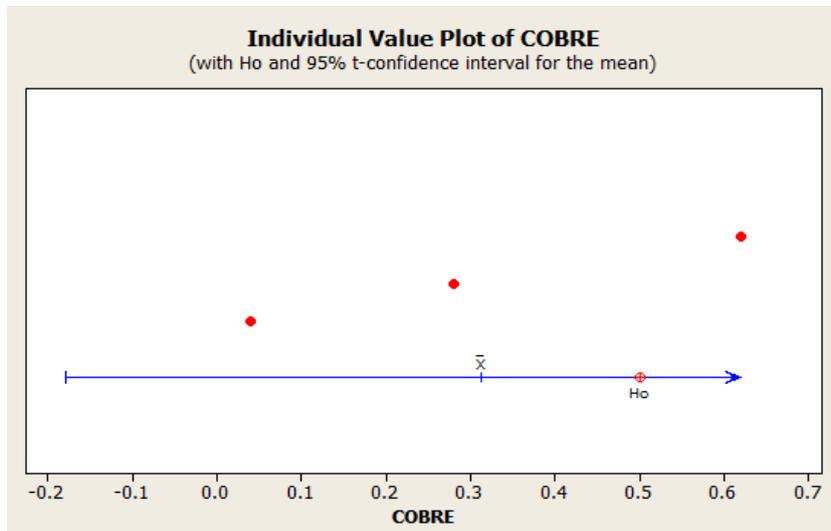
**Tabla N° 42: Resultados de DBO en el MINITAB de Lixiviados**

| Variable | N° Puntos | Media   | Desviación Estándar | T    | P     |
|----------|-----------|---------|---------------------|------|-------|
| DBO5     | 3         | 41.7000 | 25.1112             | 1.50 | 0.137 |

Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que el valor obtenido de “p” es 0.137, el cual se encuentra sobre el valor de 0.05, por lo tanto se rechaza la hipótesis general. El valor de “p” muestra el nivel significancia lo cual demostraría que la DBO en esta investigación no tiene significancia, por lo tanto se acepta la hipótesis alterna ( $H_A$ ) con respecto al parámetro DBO. La comprobación de la hipótesis demuestra que las concentraciones de DBO muestreadas de lixiviados que no exceden los Límites de efluentes líquidos provenientes del tratamiento de residuos sólidos físicos, químicos o biológicos – Austria. Se invalida la hipótesis general con respecto al parámetro DBO.

**Grafico N° 45**  
**Comprobación del Cobre en el MINITAB de Lixiviados**



Fuente: Elaboración propia

De la figura se visualiza que uno de los tres puntos muestreados excede los LMP. La media del cromo es 0.31, lo que implica que el promedio del cobre de los lixiviados supera lo establecido los Limites de efluentes líquidos provenientes del tratamiento de residuos sólidos físicos, químicos o biológicos – Austria. Para HG:  $U > 0.1$  y HA:  $U \leq 0.1$  se tiene:

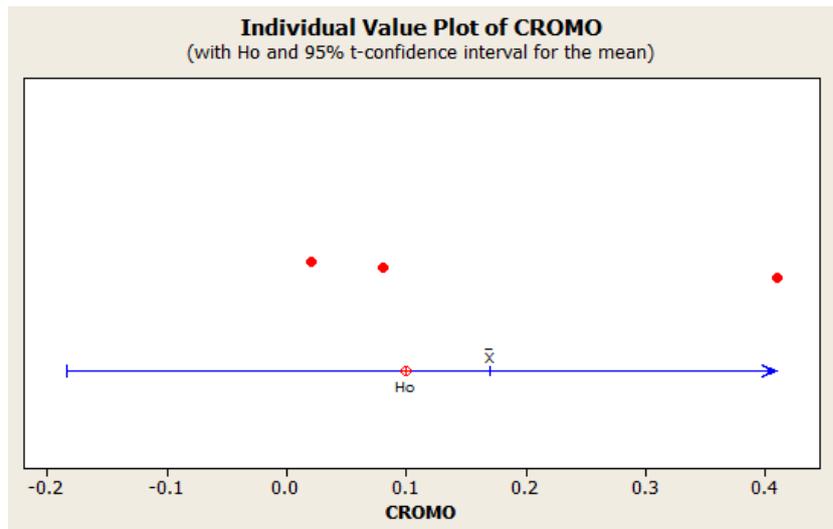
**Tabla N° 43: Resultados del Cobre en MINITAB de Lixiviados**

| Variable | N° Puntos | Media    | Desviación Estándar | T     | P     |
|----------|-----------|----------|---------------------|-------|-------|
| Cobre    | 3         | 0.313333 | 0.291433            | -1.11 | 0.809 |

Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que el valor obtenido de “p” es 0.809, el cual se encuentra sobre el valor de 0.05, por lo tanto se rechaza la hipótesis general. El valor de “p” muestra el nivel significancia lo cual demostraría que el cobre en esta investigación no tiene significancia, por lo tanto se acepta la hipótesis alterna (HA) con respecto al parámetro cobre.

**Grafico N° 46**  
**Resultados del Cromo en MINITAB de Lixiviados**



Fuente: Elaboración propia

De la figura se visualiza que uno de los tres puntos muestreados excede los LMP. La media del cromo es 0.17. Para HG:  $U > 0.1$  y HA:  $U \leq 0.1$  Se tiene:

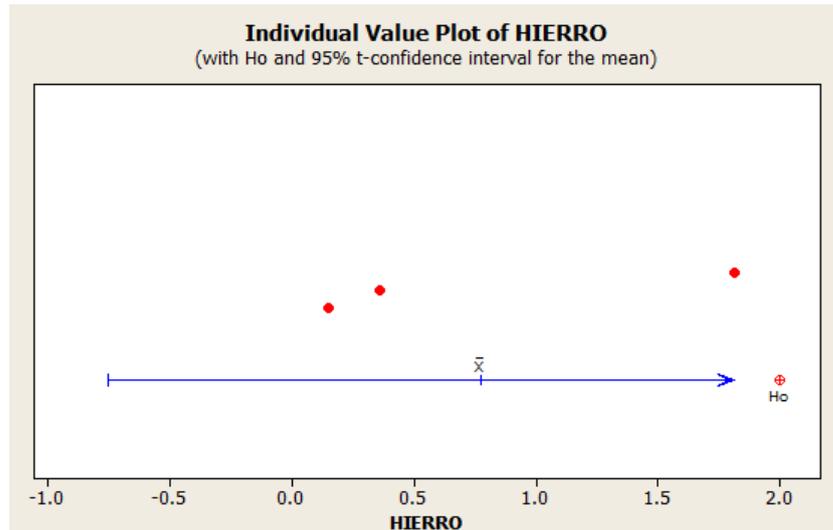
**Tabla N° 44: Comprobación del Cromo en el MINITAB de Lixiviados**

| Variable | N° Puntos | Media    | Desviación Estándar | T    | P     |
|----------|-----------|----------|---------------------|------|-------|
| Cromo    | 3         | 0.170000 | 0.210000            | 0.58 | 0.311 |

Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que el valor obtenido de “p” es 0.311, el cual se encuentra sobre el valor de 0.05, por lo tanto se rechaza la hipótesis general. El valor de “p” muestra el nivel significancia lo cual demostraría que el cromo en esta investigación no tiene significancia, por lo tanto se acepta la hipótesis alterna (HA) con respecto al parámetro cromo.

**Grafico N° 47:**  
**Resultados del Hierro en MINITAB de Lixiviados**



De la figura se visualiza que uno de los tres puntos muestreados excede los LMP. La media del cromo es 0.17. Para  $H_0: U > 2$  y  $H_A: U \leq 2$  se tiene:

**Tabla N° 45: Comprobación del Hierro en el MINITAB de Lixiviados**

| Variable | N° Puntos | Media   | Desviación Estándar | T     | P     |
|----------|-----------|---------|---------------------|-------|-------|
| Hierro   | 3         | 0.77333 | 0.903899            | -2.35 | 0.928 |

Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que el valor obtenido de “p” es 0.928, el cual se encuentra sobre el valor de 0.05, por lo tanto se rechaza la hipótesis general. El valor de “p” muestra el nivel significancia lo cual demostraría que el cromo en esta investigación no tiene significancia, por lo tanto se acepta la hipótesis alterna (HA) con respecto al parámetro Hierro.

## Hipótesis Específica N°2

La presente hipótesis específica se validará con la existencia o no del grado de correlación entre cada parámetro fisicoquímico de los lixiviados y el caudal de la quebrada de Jaquira.

**HE N° 2:** Existe correlación entre el caudal y las características fisicoquímicas de los lixiviados en la microcuenca de Jaquira.

**HA N° 2:** No existe correlación entre el caudal y las características fisicoquímicas de los lixiviados en la microcuenca de Jaquira.

La prueba estadística para validar la hipótesis específica, se evaluó el grado de correlación entre los parámetros fisicoquímicos de los lixiviados y el caudal como se muestra en la siguiente tabla N° 42. En la tabla se puede observar que el sulfato y el hierro no presentan correlación. Siete parámetros presentan correlación positiva débil, pH, DBO5, fosfatos, aceites y grasas, oxígeno disuelto, solidos suspendidos y solidos sedimentables. Cuatro parámetros, cloruros, nitratos, manganeso y cromo presentan correlación positiva moderada. Tres parámetros presentan correlación positiva fuerte, cobre, alcalinidad y conductividad.

**Cuadro N°:01 Nivel de Confianza de la Hipótesis Específica 02**

| <b>Test and CI for One Proportion</b> |    |    |          |             |               |
|---------------------------------------|----|----|----------|-------------|---------------|
| Test of $p = 0.65$ vs $p > 0.65$      |    |    |          |             |               |
|                                       |    |    | 95%      |             |               |
| Sample                                | X  | N  | Sample p | Lower Bound | Exact P-Value |
| 1                                     | 14 | 16 | 0.875000 | 0.656175    | 0.045         |

Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro se observa que el p-value es 0.045 menor a 0.05 nivel de significancia entonces se puede afirmar con un nivel de confianza del 95% que más del 65% de parámetros son significativos, lo cual implica que existe correlación entre los parámetros fisicoquímicos de

los lixiviados provenientes del botadero de Jaquira y el caudal de la quebrada de Jaquira en época de estiaje de 2015. Por lo tanto se rechaza la hipótesis alterna.

### Hipótesis Específica N°3

La hipótesis específica N° 2 se validó con la existencia o no del grado de correlación entre cada parámetro fisicoquímico de los lixiviados y la pendiente de la quebrada de Jaquira.

**HE N° 3:** Existe correlación entre la pendiente y las características fisicoquímicas de los lixiviados en la microcuenca de Jaquira.

**HA N° 3:** No existe correlación entre la pendiente y las características fisicoquímicas de los lixiviados en la microcuenca de Jaquira.

La prueba estadística para validar la hipótesis específica, evaluó el grado de correlación entre los parámetros fisicoquímicos de los lixiviados y la pendiente como se muestra en la siguiente tabla N° 43. En la tabla se puede observar que existe una correlación positiva moderada el sulfato y el hierro. Dos correlaciones positivas fuertes entre los sólidos sedimentables y suspendidos con la pendiente cada uno respectivamente. El Ph, cloruros, nitratos, DBO, fosfatos, manganeso, cobre, cromo no presentan correlación con la pendiente.

**Cuadro N° 02: Nivel de Confianza de la Hipótesis Específica 03**

| <b>Test and CI for One Proportion</b> |   |    |          |          |         |
|---------------------------------------|---|----|----------|----------|---------|
| Test of $p = 0.65$ vs $p > 0.65$      |   |    |          |          |         |
|                                       |   |    |          | 95%      |         |
|                                       |   |    |          | Lower    | Exact   |
| Sample                                | X | N  | Sample p | Bound    | P-Value |
| 1                                     | 4 | 16 | 0.250000 | 0.090252 | 1.000   |

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro se observa que el p-value es 1.00 mayor a 0.05 nivel de significancia entonces se puede afirmar con un nivel de confianza del 95% que no existe correlación entre los

parámetros fisicoquímicos de los lixiviados provenientes del botadero de Jaquira y la pendiente de la quebrada de Jaquira en época de estiaje de 2015. Sin embargo resaltar que Existe correlación para los parámetros de Solidos Sedimentables, Solidos Suspendidos, Hierro, Sulfatos.

## **CAPITULO V**

### **DISCUSION DE RESULTADOS**

#### **CONCLUSIONES**

Los efluentes de la estructura de residuos sólidos, los lixiviados, que se ubican en los puntos muestreados 01, 02 y 03, con respecto al pH, DBO, cobre, cromo superan los Límites Máximos permisibles según la normativa internacional.

Para los demás puntos que son comparables con los Estándares de Calidad ambiental ECA para Agua de Categoría 3 se tiene:

PH, nitratos, DBO, fosfatos, manganeso, cobre, aceites y grasas, conductividad y oxígeno disuelto superan los ECA para categoría 3, para riego de vegetales y bebida de animales, con respecto al cromo, este supera la categoría 3 , para riego , pero no para bebida de animales. Por lo tanto existe contaminación en las aguas de la microcuenca de Jaquira de los parámetros antes mencionados.

Existe una correlación positiva entre el caudal y los parámetros fisicoquímicos, puesto que incrementa el caudal e incrementa las concentraciones de los parámetros, esto se puede deber a las filtraciones aguas abajo de los lixiviados, ya que el material de la zona es filtrable y se aprecia visualmente que la coloración y el olor a partir de la estación 06 y 07 se asemeja al del efluente del botadero en el punto 01.

No existe correlación entre la pendiente y los parámetros fisicoquímicos; a excepción de los sólidos sedimentables y solidos disueltos existe una correlación positiva fuerte, puesto que existe zonas levemente inclinadas a inclinadas, lo que favorece la presencia de solidos sedimentables.

## **RECOMENDACIONES**

- Realizar monitoreo de forma permanente de la calidad de estos cuerpos de agua afectados por los lixiviados a lo largo de la microcuenca de Jaquira.
- Proponer normativa de Límites máximos Permisibles de Efluentes de Estructuras de Residuos Sólidos
- Realizar un estudio de la producción real de la generación de los lixiviados
- Recolectar los lixiviados para su adecuado tratamiento.
- Proponer un Plan de Cierre del Botadero.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- *Aguamarket, (2002) Composición de las aguas residuales. [www.aguamarket.com/temas\\_interes/027.asp](http://www.aguamarket.com/temas_interes/027.asp)*
- *Aguilar Vera. R. (2008) Determinación de los Parámetros Hidrológicos en Rellenos Sanitarios en México, Caso de Estudio: Tlalnepantla, Edo de México. Tesis para optar el grado de Maestra en Ingeniería Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de: [http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/2183/aguilaver\\_a.pdf?sequence=1](http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/2183/aguilaver_a.pdf?sequence=1)*
- *Albert L.A. (2008).Toxicología Ambiental: Cromo Pág. 171. 2da Ed. Mexico:Centro Panamericano de Salud*  
*Análisis del comportamiento de los lixiviados generados en un vertedero de residuos sólidos municipales de la ciudad de la Habana*
- *Castells J. (2012) Métodos de Valoración y Tratamiento de Residuos Sólidos Municipales: Reciclaje de Residuos Sólidos Industriales. Pág.884*
- *Ccorimanya Y., Arque E., Gutiérrez E. (2013). Estudio Geoambiental del Botadero de Jaquira Cusco*
- *Espinosa, López, Pellón, Robert, Díaz, González...Fernández (2010)*
- *Espinoza M., López M., Pellon A., Robert M., Díaz S., González A... & Fernández A. (2010) Análisis del Comportamiento de Los Lixiviados Generados en un Vertedero de Residuos Sólidos Municipales de La Ciudad de La Habana*
- *FAO (1992) Prevención de la Contaminación del Agua por Agricultura y Actividades a Fines Santiago, Chile Pág. 101. Oficina Regional de la FAO para América Latina*
- *Fernández A. (2006) Contaminación por lixiviados*
- *Fornieles .(2011), Tratamiento de lixiviados, Seminario Nacional de Limpieza Publica SENALIP*
- *Fuertes H. (2009).Tratamiento de lixiviados. Recuperado de: [www.ambiente.gov.ec/userfiles/222/file/SANTO%20OMINGO/A2Lixiviados](http://www.ambiente.gov.ec/userfiles/222/file/SANTO%20OMINGO/A2Lixiviados)*
- *Giraldo E. (1997), "Manejo Integrado de Residuos Sólidos Urbanos"*
- *Glynn, H.; Garyw. H. (1999). Residuos Sólidos. 2da.ed., México-México.Pág.600.*

- Kiely G. (1999) *Ingeniería Ambiental: Fundamentos Entornos, Tecnologías y sistemas de Gestión Volumen III Pág.918*
- Luna, Y., Otal, E., Vilches, L., Vale, J., Querol, X., Fernández, C. (2007). *Use of zeolitised cal fly ash for landfill leachate treatment: A pilot plant study. Waste Management. 27. 877-1883*
- Malina, J.F. (1996). *Water quality. in. Mays, L. eds. Water resources Handbook. USA. McGraw-Hill. p. 8.3-8.49.*
- Mamani C. (2010) *Todo Sobre el Agua. Cochabamba Bolivia*
- Marín R. (2003) *Fisicoquímica y Microbiología de los Medios Acuáticos Tratamiento y control de Calidad de Aguas Pág. 22 Madrid-Ediciones Díaz de Santos S.A. <https://books.google.com.pe/books?id=k8blixwJzYUC&pg=PA22&dq=sulfatos+en+el+agua&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiS5cL3urPJAhVC6yYKHWkhAcEQ6AEIGjAA#v=onepage&q=sulfatos%20en%20el%20agua&f=false>*
- Mitchell, M; Stapp, W; Bixby, K. (1991). *Manual de campo de Proyecto del Río: una guía para monitorear la calidad del agua en el Río Bravo. Segunda edición. Proyecto del Río. New México, USA. 200p*
- Nájera H. *Como se Clasifican los Lixiviados Pate 1 [http://www.unicach.edu.mx/\\_ambiental/descargar/Gaceta4/Lixiviados.pdf](http://www.unicach.edu.mx/_ambiental/descargar/Gaceta4/Lixiviados.pdf)*
- Noeggerath, F., Salinas, I. (2011). *Análisis comparativo de tecnologías para el tratamiento de lixiviados en rellenos sanitarios. Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Químicas.*
- OEFA (2014) *Informe de Ensayo con Valor Oficial N°. 86695L/14-MA-MB.*
- OEFA (2015) *Informe de Ensayo con Valor Oficial N°. 43606L/15-MA-MB*
- Ramos P. *Residuos: alternativas de gestión Ediciones Universidad de Salamanca Pág. 46. España*
- *Reglamento de la Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos (2004): Disposiciones Complementarias, Transitorias y Finales Rev. Int. Contam. Ambient vol.26 no.4 México nov. 2010*
- Rigola M. (1999) *Tratamiento de Aguas Industriales. Marcombo S.A. Barcelona. España.157pag27-38.*
- Seoáñez M., Álvarez A. Chacon A., Ladaria P., Garcia L., Bella E.Seoáñez P. (1999) *Residuos, Problemática, descripción, manejo, aprovechamiento y destrucción Manual para*

*políticos, técnicos, enseñantes y estudiosos de la Ingeniería del Medio Ambiente. Mundi Prensa Madrid.*

- *TECSUP (2012) Monitoreo y Análisis de Aguas Pág. 42*
- *Trejo R. (1999) Procesamiento de la basura urbana. Edit. Trillas. México.pag 28.*
- *Vasquez Vasquez F. (2010), Evaluación Del Índice De Calidad Del Agua En El Area De Influencia Del Botadero Municipal De Tarapoto Sector Yacucatina – San Martin – Peru”. Magíster Scientiae En Gestión Ambiental. Tarapoto-Perú*
- *Velástegui Rivera D. (2009) Caracterización Físico – Química Y Microbiológica De Los Lixiviados Generados En Las Composteras Del Parque Itchimbia. Trabajo de Fin de Carrea. Universidad Internacional Sek Facultad De Ciencias Ambientales y el Caribe*

## **ANEXOS:**

### **Anexo 01**

## **PLAN DE MUESTREO EN LA MICROCUENCA DE JAQUIRA**

### **INTRODUCCIÓN**

La Provincia del Cusco realiza la disposición final de residuos sólidos en el botadero de Jaquira, ubicado en la Comunidad de Jaquira, ubicada al Sur Oeste de la ciudad del Cusco, pertenece al distrito de Santiago, Provincia y Departamento del Cusco a una distancia de 7.5 Km de la ciudad; en cabecera de microcuenca de Jaquira entre las coordenadas UTM 18L E 0750780 y N 8580904 con un área total de 7 hectáreas de las cuales sólo 4 hectáreas vienen siendo ocupadas por el botadero. La Comunidad Campesina de Jaquira, se caracteriza por su actividad predominantemente agrícola y parte ganadera (ganado ovino preferentemente). La distancia del botadero a la Comunidad de Jaquira es de aproximadamente 2 Km.

El programa de muestreo tiene como objetivo coleccionar una porción de material que represente una composición verdadera de muestra. Estas actividades son de primordial importancia para asegurar que los datos tengan validez y calidad.

## **OBJETIVOS**

Colectar muestras representativas de la calidad fisicoquímicas de los lixiviados producidos por el botadero de Jaquira.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- ✓ Ubicar los puntos de muestreo en la microcuenca de Jaquira.
- ✓ Determinar la frecuencia de monitoreo en la microcuenca de Jaquira.
- ✓ Medir los caudales del cuerpo de agua superficial.
- ✓ Registrar los datos de campo en la microcuenca de Jaquira.
- ✓ Asegurar las muestras obtenidas hasta su respectivo análisis.

### **Tipo de muestras**

Puntual, también llamada simple, es la muestra recolectada en un sitio específico durante un periodo corto, de minutos a segundos. Representa un instante de tiempo y un punto en el espacio del área de muestreo. Las muestras puntuales discretas son aquellas que corresponden a un sitio seleccionado, a una profundidad y tiempo definidos. Una muestra integrada en profundidad corresponde a la que es recolectada a profundidades definidas de la columna de agua, en un sitio y tiempos seleccionados. El diseño de muestreo deberá tener en consideración descargas cíclicas o temporales del cuerpo receptor en estudio.

### **Tipos de Método de Recolección**

Manual, este método de recolección es el más simple e involucra equipamiento mínimo. Sin embargo, puede resultar laborioso en programas de muestreo extendidos en el espacio o el tiempo.

### **Parámetros establecidos en el monitoreo**

Los parámetros seleccionados están en función a la actividad existente en la zona. La presencia del botadero genera la producción de lixiviados, los cuales contaminantes y teniendo en cuenta la Clasificación de los Recursos Hídricos del País.

### **Parámetros de medición en campo**

- ✓ pH
- ✓ Temperatura
- ✓ Conductividad
- ✓ Oxígeno Disuelto.

### **Parámetros determinados en laboratorio**

#### **Físicos:**

- ✓ DBO5
- ✓ sólidos suspendidos.
- ✓ Sólidos totales y
- ✓

#### **Iones principales:**

- ✓ Nitratos
- ✓ Sulfato
- ✓ Fosfatos
- ✓ Cloruros
- ✓ Nitritos
- ✓ Aceites y Grasas
- ✓ Alcalinidad.
- ✓

### Metales:

- ✓ Cr
- ✓ Mn
- ✓ Fe
- ✓ Cu

### Metodología del Monitoreo

El monitoreo se debe realizar en base a la Red de Monitoreo establecida en el diagnóstico de la calidad del agua, considerando características hidrográficas e hidroceanográficas del recurso hídrico, las actividades antropogénicas, los usos del agua, la identificación de fuentes contaminantes y las condiciones hidrodinámicas en cuerpos de agua marinos.

En toma de muestras se considerara los parámetros organolépticos; puestos que los lixiviados ingresan a un cuerpo de agua superficial y en base a su incremento de caudal estos variarían de coloración a lo largo de la microcuenca.

### Cuadro de Actividades para las tomas de muestras

| Actividades de muestreo<br>en Junio 2015  | Primera<br>semana | Segunda<br>semana | Tercera<br>semana | Cuarta<br>semana |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| Solicitar permiso a la municipalidad Provincial de Cusco, para la visita a su botadero. |                   |                   |                   |                  |
| Entrevistas con el residente del botadero de Jaquira.                                   |                   |                   |                   |                  |
| Diagnóstico y ubicación de los puntos de muestreos en la microcuenca                    |                   |                   |                   |                  |
| Toma de muestras.   |                   |                   |                   |                  |

Elaboración propia





INSPECTORATE

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INDECOPI-SNA CON REGISTRO No LE - 031



Registro N° LE-031

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL No. 66695L/14-MA-MB

**Cliente** : Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental  
**Dirección** : Av. Panamericana 3542 - San Isidro - Lima  
**Promotor** : Agua  
**Cantidad de muestra** : 18  
**Presentación** : Frascos de plástico proporcionados por Inspectorate Servicios Perú S.A.C.  
**Instrucciones de Ensayo** : Enviadas por el Cliente  
**Procedencia de la muestra** : Muestras enviadas por el cliente indicando fecha de muestreo: 2014-08-21; Hora: 10:30/17:00 S/S 002299-14-LMA  
**Referencia del Cliente** : Santiago - Cusco - Agua Residual Doméstica - TDR N° 1063  
**Fecha Ingreso de Muestra(s)** : 2014-08-22; Hora: 10:00 (Microbiológico)  
**Fecha de Inicio de Análisis** : 2014-08-22; Hora: 14:30 (Microbiológico)  
**Fecha de Término de Análisis** : 2014-08-28  
**Solicitud de Análisis** : 06364/14

| Código de Laboratorio    | Descripción de Muestra | Fenatos mg/L | Demanda Química de Oxígeno mg/L O <sub>2</sub> | Azules y Grises mg/L | Coliformes Fecales (10 <sup>3</sup> ) NMP/100ml | Coliformos Totales (10 <sup>6</sup> ) NMP/100ml |
|--------------------------|------------------------|--------------|--|----------------------|---|---|
| 06364-23551              | MA-01                  | 0,2952       | 605,0  | 13,0                 | 16x10 <sup>3</sup>                              | 16x10 <sup>6</sup>                              |
| 06364-23552              | MA-02                  | 1,0967       | 4 453,0  | 14,2                 | 92x10 <sup>3</sup>                              | 92x10 <sup>6</sup>                              |
| 06364-23553              | MA-03                  | 1,8001       | 2 575,0  | 13,0                 | 17x10 <sup>3</sup>                              | 17x10 <sup>6</sup>                              |
| Límite de Cuantificación |                        | 0,0030       | 2,0  | 1,0                  | 1,0   | 1,0   |

| Código de Laboratorio    | Descripción de Muestra | Demanda Química de Oxígeno mg/L O <sub>2</sub> |
|--------------------------|------------------------|--|
| 06364-23551              | MA-01                  | 0 956,3  |
| 06364-23552              | MA-02                  | 0 504,0  |
| 06364-23553              | MA-03                  | 0 167,4  |
| Límite de Cuantificación |                        | 30,0   |

| Código de Laboratorio    | Descripción de Muestra | Li (Tej) | B (Tej) | Br (Tej) | Al (Tej) | P (Tej) | Ti (Tej) | V (Tej) | Cr (Tej) | Mn (Tej) | Ce (Tej) |
|--------------------------|------------------------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|---------|----------|----------|----------|
| 06364-23551              | MA-01                  | 0,0584   | 2,7503  | -0,0004  | 4,1913   | 35,3747 | 1,7699   | 0,1485  | 0,0029   | 0,1609   | 0,1232   |
| 06364-23552              | MA-02                  | 0,0505   | 3,3372  | -0,0006  | 0,6226   | 34,5503 | 2,1833   | 0,2004  | 1,2025   | 1,0000   | 0,1374   |
| 06364-23553              | MA-03                  | 0,0503   | 3,0928  | -0,0006  | 2,1124   | 30,4112 | 1,9995   | 0,1905  | 1,1203   | 0,7341   | 0,1181   |
| Límite de Cuantificación |                        | 0,0012   | 0,0012  | 0,0026   | 0,0019   | 0,0032  | 0,0004   | 0,0009  | 0,0025   | 0,0029   | 0,0002   |

| Código de Laboratorio    | Descripción de Muestra | Ni (Tej) | Cu (Tej) | Zn (Tej) | As (Tej) | Se (Tej) | Sr (Tej) | Mo (Tej) | Ag (Tej) | Cd (Tej) | Sb (Tej) |
|--------------------------|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 06364-23551              | MA-01                  | 0,3174   | 0,0446   | 0,3107   | 0,1022   | 0,0200   | 15,1608  | 0,0313   | -0,0002  | 0,0012   | 0,6760   |
| 06364-23552              | MA-02                  | 0,3781   | 0,0747   | 0,6938   | 0,1999   | 0,0114   | 14,9663  | 0,0317   | -0,0002  | 0,0012   | 0,9476   |
| 06364-23553              | MA-03                  | 0,3511   | 0,0609   | 0,5992   | 0,1482   | 0,0201   | 13,4702  | 0,0309   | -0,0002  | 0,0012   | 0,9303   |
| Límite de Cuantificación |                        | 0,0084   | 0,0081   | 0,0002   | 0,0034   | 0,0002   | 0,0002   | 0,0002   | 0,0000   | 0,0002   | 0,0004   |

| Código de Laboratorio    | Descripción de Muestra | Sb (Tej) | Sn (Tej) | Co (Tej) | Ny (Tej) | Ti (Tej) | Pb (Tej) | Cl (Tej) | Th (Tej) | U (Tej) | Mo (Tej)   |
|--------------------------|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|------------|
| 06364-23551              | MA-01                  | 0,0105   | 2,0100   | 0,0106   | -0,0001  | -0,0003  | 0,0201   | 0,0003   | 0,0044   | 0,0016  | 2 404,0142 |
| 06364-23552              | MA-02                  | 0,0151   | 2,8402   | 0,0107   | -0,0001  | -0,0003  | 0,0522   | -0,0003  | 0,0020   | 0,0016  | 2 640,3100 |
| 06364-23553              | MA-03                  | 0,0126   | 2,4224   | 0,0103   | -0,0001  | -0,0003  | 0,0348   | -0,0003  | -0,0010  | 0,0016  | 2 712,1000 |
| Límite de Cuantificación |                        | 0,0002   | 0,0004   | 0,0009   | 0,0001   | 0,0003   | 0,0002   | 0,0003   | 0,0010   | 0,0003  | 0,0000     |

| Código de Laboratorio    | Descripción de Muestra | Mg (Tej) | K (Tej)    | Ca (Tej) | Fe (Tej) | Si (Tej) (*) |
|--------------------------|------------------------|----------|------------|----------|----------|--------------|
| 06364-23551              | MA-01                  | 80,0394  | 2 800,0874 | 122,0979 | 10,2377  | 29,9372      |
| 06364-23552              | MA-02                  | 118,5714 | 3 426,5593 | 266,2544 | 22,4476  | 29,6121      |
| 06364-23553              | MA-03                  | 87,7777  | 3 220,3041 | 151,2300 | 13,7180  | 22,5140      |
| Límite de Cuantificación |                        | 0,0005   | 0,0027     | 0,0000   | 0,0001   | 0,1000       |

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Inspectorate Servicios Perú S.A.C.  
 Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.  
 No deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que los produce.  
 «Valor» significa la cantidad calculada de acuerdo al método de cuantificación indicado.  
 A excepción de los productos perecederos los tiempos de custodia dependerán del laboratorio que realice el análisis.  
 Este informe estará válido 7 días hasta 3 meses desde su emisión.

Anexo 03



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INDECOPI-SNA CON REGISTRO No LE - 031



Pág. 012

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL No. 43606L/15-MA-MB

**Cliente** : Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental  
**Dirección** : Av. República de Panamá N° 3542 - San Isidro, San Isidro  
**Producto** : Agua  
**Cantidad de muestra** : 42  
**Presentación** : Frascos de plástico y vidrio proporcionados por Inspectorate Servicios Perú S.A.C.  
**Instrucciones de Ensayo** : Enviadas por el Cliente  
**Procedencia de la muestra** : Muestras enviadas por el cliente indicando fecha de muestreo: 2015-04-22; 12:00-14:50 S/S 001166-15-LMA  
**Referencia del Cliente** : Cuzco / Botadero Jakira - Agua residual municipal y agua superficial - TDR N° 1109-2015  
**Fecha Ingreso de Muestra(s)** : 2015-04-23; Hora: 11:45 (Microbiológico)  
**Fecha de Inicio de Análisis** : 2015-04-23; Hora: 12:00 (Microbiológico)  
**Fecha de Término de Análisis** : 2015-05-12  
**Solicitud de Análisis** : 03070/15

| Código de Laboratorio    | Descripción de Muestra | Cromo Hexavalente mg/L CrVI | Nitrógeno Amoniacal mg/L N-NH3 | Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L O2 | Aceites y Grasas mg/L | Coliformes Fecales NMP/100ml |
|--------------------------|------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|------------------------------|
| 03070-11908              | MA-01                  | <0,02                       | 696,91                         | 6 900,0                               | 28,8                  | 17x10 <sup>6</sup>           |
| 03070-11909              | MA-02                  | <0,02                       | 709,15                         | 5 650,0                               | 29,7                  | 13x10 <sup>6</sup>           |
| 03070-11910              | MA-03                  | <0,02                       | 701,93                         | 6 150,0                               | 31,8                  | 49x10                        |
| 03070-11911              | MA-04                  | <0,02                       | 0,50                           | <2,0                                  | <1,0                  | 23                           |
| 03070-11912              | MA-05                  | <0,02                       | 147,16                         | 255,0                                 | 2,4                   | 13x10 <sup>6</sup>           |
| 03070-11913              | MA-06                  | <0,02                       | 112,05                         | 21,3                                  | 1,4                   | 70x10                        |
| Límite de Cuantificación |                        | 0,02                        | 0,01                           | 2,0                                   | 1,0                   | 1,8                          |

| Código de Laboratorio    | Descripción de Muestra | Coliformes Totales NMP/100ml | Demanda Química de Oxígeno mg/L O2 | Demanda Química de Oxígeno mg/L O2 |
|--------------------------|------------------------|------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 03070-11908              | MA-01                  | 35x10 <sup>6</sup>           | 12 012,8                           | -                                  |
| 03070-11909              | MA-02                  | 54x10 <sup>6</sup>           | 10 032,0                           | -                                  |
| 03070-11910              | MA-03                  | 24x10 <sup>6</sup>           | 9 712,5                            | -                                  |
| 03070-11911              | MA-04                  | 33x10                        | -                                  | 12,8                               |
| 03070-11912              | MA-05                  | 17x10 <sup>6</sup>           | 1 111,8                            | -                                  |
| 03070-11913              | MA-06                  | 11x10 <sup>6</sup>           | 200,0                              | -                                  |
| Límite de Cuantificación |                        | 1,8                          | 20,0                               | 2,0                                |

| Código de Laboratorio    | Descripción de Muestra | Li (Tot) mg/L | B (Tot) mg/L | Be (Tot) mg/L | Al (Tot) mg/L | P (Tot) mg/L | Ti (Tot) mg/L | V (Tot) mg/L | Cr (Tot) mg/L | Mn (Tot) mg/L | Co (Tot) mg/L |
|--------------------------|------------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| 03070-11908              | MA-01                  | 0,1237        | 2,4444       | <0,0006       | 1,1571        | 26,5438      | 1,3665        | 0,1765       | 0,8116        | 2,5539        | 0,1173        |
| 03070-11909              | MA-02                  | 0,1127        | 2,5714       | <0,0006       | 1,4352        | 31,3629      | 1,6895        | 0,2205       | 1,1443        | 1,7894        | 0,1179        |
| 03070-11910              | MA-03                  | 0,1135        | 2,5453       | <0,0006       | 1,6098        | 31,5279      | 1,7413        | 0,2374       | 1,1700        | 2,0027        | 0,1182        |
| 03070-11911              | MA-04                  | <0,0012       | 0,0194       | <0,0006       | 0,1946        | 0,1039       | 0,0132        | <0,0003      | 0,0022        | 0,0020        | <0,0002       |
| 03070-11912              | MA-05                  | 0,0111        | 0,2888       | <0,0006       | 0,0168        | 2,6667       | 0,1906        | 0,0204       | 0,0656        | 0,2680        | 0,0100        |
| 03070-11913              | MA-06                  | 0,0084        | 0,0975       | <0,0006       | 1,0692        | 0,9578       | 0,1011        | 0,0081       | 0,0290        | 0,1518        | 0,0038        |
| Límite de Cuantificación |                        | 0,0012        | 0,0012       | 0,0006        | 0,0019        | 0,0033       | 0,0004        | 0,0003       | 0,0005        | 0,0003        | 0,0002        |

| Código de Laboratorio    | Descripción de Muestra | Ni (Tot) mg/L | Cu (Tot) mg/L | Zn (Tot) mg/L | As (Tot) mg/L | Se (Tot) mg/L | Sr (Tot) mg/L | Mo (Tot) mg/L | Ag (Tot) mg/L | Cd (Tot) mg/L | Sb (Tot) mg/L |
|--------------------------|------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 03070-11908              | MA-01                  | 0,2846        | 0,0647        | 0,3385        | 0,1799        | 0,0104        | 13,0294       | 0,0226        | <0,0002       | 0,0018        | 0,5049        |
| 03070-11909              | MA-02                  | 0,3068        | 0,0718        | 0,3999        | 0,2055        | 0,0101        | 12,7913       | 0,0276        | 0,0007        | 0,0021        | 0,7307        |
| 03070-11910              | MA-03                  | 0,3111        | 0,0765        | 0,4051        | 0,2081        | 0,0126        | 13,0504       | 0,0270        | <0,0002       | 0,0021        | 0,7402        |
| 03070-11911              | MA-04                  | 0,0020        | 0,0013        | 0,0090        | <0,0004       | <0,0002       | 0,6611        | <0,0002       | <0,0002       | <0,0002       | <0,0004       |
| 03070-11912              | MA-05                  | 0,0295        | 0,0116        | 0,0734        | 0,0159        | 0,0012        | 2,1388        | 0,0027        | <0,0002       | <0,0002       | 0,0612        |
| 03070-11913              | MA-06                  | 0,0121        | 0,0072        | 0,0708        | 0,0071        | <0,0002       | 1,1818        | 0,0011        | <0,0002       | <0,0002       | 0,0192        |
| Límite de Cuantificación |                        | 0,0004        | 0,0001        | 0,0002        | 0,0004        | 0,0002        | 0,0026        | 0,0002        | 0,0002        | 0,0002        | 0,0004        |

Este informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Inspectorate Servicios Perú S.A.C.  
 Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.  
 No deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
 <valor> significa no cuantificable debajo del límite de cuantificación indicado.  
 A excepción de los productos perecibles los tiempos de custodia dependerán del laboratorio que realice el análisis.  
 Este tiempo variará desde 7 días hasta 6 meses como máximo.

Av. Elmer Faucett N° 444 Callao - Perú / Central: (511) 613-8080 Fax : (511) 628-9016



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI-SNA  
CON REGISTRO N° LE - 031**



Registro N° LE-031

Pág. 022

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 43606L/15-MA-MB**

| Código de Laboratorio    | Descripción de Muestra   | Sb (Tot) | Ba (Tot) | Ce (Tot) | Hg (Tot) | Ti (Tot) | Pb (Tot) | Bi (Tot) | Th (Tot) | U (Tot) | Na (Tot)   |
|--------------------------|--------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|------------|
|                          | Declarado por el Cliente | mg/L     | mg/L    | mg/L       |
| 03070-11908              | MA-01                    | 0,0154   | 1,5288   | 0,0091   | 0,0015   | <0,0003  | 0,0341   | <0,0003  | <0,0010  | <0,0003 | 2 460,0763 |
| 03070-11909              | MA-02                    | 0,0147   | 2,2145   | 0,0145   | 0,0022   | <0,0003  | 0,0387   | <0,0003  | <0,0010  | <0,0003 | 2 428,0375 |
| 03070-11910              | MA-03                    | 0,0139   | 2,1679   | 0,0151   | 0,0020   | <0,0003  | 0,0400   | <0,0003  | <0,0010  | <0,0003 | 2 595,9056 |
| 03070-11911              | MA-04                    | <0,0002  | 0,2211   | <0,0003  | <0,0001  | <0,0003  | 0,0016   | <0,0003  | <0,0010  | <0,0003 | 7,3898     |
| 03070-11912              | MA-05                    | 0,0007   | 0,3182   | 0,0020   | <0,0001  | <0,0003  | 0,0085   | <0,0003  | <0,0010  | <0,0003 | 209,3248   |
| 03070-11913              | MA-06                    | <0,0002  | 0,2865   | 0,0012   | <0,0001  | <0,0003  | 0,0080   | <0,0003  | <0,0010  | <0,0003 | 67,7755    |
| Límite de Cuantificación |                          | 0,0002   | 0,0004   | 0,0003   | 0,0001   | 0,0003   | 0,0002   | 0,0003   | 0,0010   | 0,0003  | 0,0100     |

| Código de Laboratorio    | Descripción de Muestra   | Mg (Tot) | K (Tot)    | Ca (Tot) | Fe (Tot) | Si (Tot) (*) |
|--------------------------|--------------------------|----------|------------|----------|----------|--------------|
|                          | Declarado por el Cliente | mg/L     | mg/L       | mg/L     | mg/L     | mg/L         |
| 03070-11908              | MA-01                    | 120,4057 | 2 677,4692 | 384,2704 | 22,8343  | 28,1491      |
| 03070-11909              | MA-02                    | 91,9081  | 2 801,7860 | 264,3232 | 18,3040  | 26,2318      |
| 03070-11910              | MA-03                    | 100,8639 | 2 981,8789 | 270,1517 | 18,6985  | 28,1807      |
| 03070-11911              | MA-04                    | 5,0507   | 0,5000     | 65,2746  | 0,4659   | 10,4918      |
| 03070-11912              | MA-05                    | 18,0180  | 226,7903   | 127,1170 | 2,1630   | 13,8655      |
| 03070-11913              | MA-06                    | 9,8737   | 62,6856    | 108,3362 | 1,4181   | 14,0797      |
| Límite de Cuantificación |                          | 0,0356   | 0,0237     | 0,0303   | 0,0031   | 0,1000       |

**Métodos:**

**Cromo Hexavalente** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500 Cr-B, 22nd Ed. 2012. Chromium; Colorimetric Method  
**Nitrógeno Amoniacal** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3-F, 22nd Ed 2012 Nitrogen (Ammonia), Phenate Method  
**Demanda Bioquímica de Oxígeno** EPA 405.1 1999 Biochemical Oxygen Demand, 5 Días, 20°C  
**Aceites y Grasas** EPA 1654 Rev B, Febrero, 2010. Method 1664, Revision B: N-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated N-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry.  
**Coliformes Fecales** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E, 22nd Ed. 2012. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. 1. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).  
**Coliformes Totales** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 22nd Ed. (Except item 1. Samples), 2012. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.  
**Demanda Química de Oxígeno** EPA 410.2 1999 Chemical Oxygen Demand, Titrimetric Low-Level  
**Demanda Química de Oxígeno** EPA 410.1 1999 Chemical Oxygen Demand, Titrimetric Mid-Level  
**METALES TOTALES Y DISUELTOS EN AGUA POR ICP MS:** Al, Sb, As, Ba, Be, Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Mn, Hg, Mo, Ni, Se, Ag, Ti, Th, U, V, Zn. **METALES TOTALES Y DISUELTOS VALIDADOS:** B, P, Sr, Li, Bi, Na, Ca, Ti, Sn, Co, Mg, Fe, K.  
**(\*) METALES TOTALES Y DISUELTOS EN AGUA POR ICP MS:** Si. EPA 200.8, Revision 5.4 1999 Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma mass spectrometry

Las muestras ingresaron al Laboratorio en cooler, con refrigerante y preservadas.

Los valores de metales corresponden al análisis de metales totales.

El Informe de Control de Calidad les será proporcionado a su solicitud.

*Nota: Para una adecuada comparación e interpretación de los resultados analíticos se requiere que las muestras cumplan con los requerimientos de muestreo, manipulación y almacenamiento establecidos en las normas analíticas.*

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por INDECOPI-SNA

Callao, 12 de Mayo del 2015

Inspectorate Services Perú S.A.C.  
A Bureau Veritas Group Company

ING. YANI MORALES H.  
C.I.P. 135923  
JEFE DE LABORATORIO MEDIO AMBIENTE

Inspectorate Services Perú S.A.C.  
A Bureau Veritas Group Company

BLGA. SANDRA GRABEL ATAUCUSI  
C.B.P. 5348  
LABORATORIO MICROBIOLOGIA  
FIRMA AUTORIZADA

Este Informe no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización de Inspectorate Services Perú S.A.C.  
 Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada  
 No deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce  
 <valor> significa no cuantificable debajo del límite de cuantificación indicado  
 A excepción de los productos perecibles los tiempos de custodia dependerán del laboratorio que realice el análisis.  
 Este tiempo variará desde 7 días hasta 6 meses como máximo.

Av. Elmer Faucett N° 444 Callao - Perú / Central: (511) 613-8080 Fax : (511) 628-9016  
www.inspektorate.com.pe



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS**

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANÁLISIS QUÍMICO  
 DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

**INFORME DE ANÁLISIS**

Nº0483-15-LAQ

**SOLICITANTE:** MEDALY QUIROZ NAVARRO

**MUESTRA :** AGUAS

LIXIVIADOS C. JAQUIRA, DIST. SANTIAGO-CUSCO

**FECHA :** C/30/07/2015

**RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:**

|                                   | MA-LIX<br>01 | MA-LIX<br>02 | MA-LIX<br>03 |
|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| pH                                | 8.65         | 8.02         | 7.54         |
| Cloruros ppm                      | 9840.00      | 340.60       | 33.90        |
| Nitratos ppm                      | 652.80       | 124.20       | 41.20        |
| Alcalinidad ppm CaCO <sub>3</sub> | 1632.00      | 332.00       | 196.20       |
| Sulfatos ppm                      | 58.30        | 138.20       | 126.60       |
| DBO <sub>5</sub> ppm              | 64.00        | 46.60        | 14.50        |
| Fosfatos ppm                      | 18.30        | 4.22         | 0.39         |
| Manganeso ppm                     | 2.74         | 0.52         | 0.13         |
| Cobre ppm                         | 0.62         | 0.28         | 0.04         |
| Cromo ppm                         | 0.41         | 0.079        | 0.016        |
| Hierro ppm                        | 1.81         | 0.360        | 0.146        |
| Aceites y Grasas ppm              | 16.20        | 4.40         | 0.90         |

Cusco, 20 de Agosto 2015



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco  
 Unidad de Prestación de Servicios Analíticos

*Melquiades Herrera Arizola*  
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO  
 DE ANALISIS QUIMICO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS**

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANÁLISIS QUÍMICO  
 DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

**INFORME DE ANÁLISIS**

NR0484-15-LAQ

SOLICITANTE: MEDALY QUIROZ NAVARRO

MUESTRA : AGUAS

C. JAQUIRA, DISTRITO SANTIAGO-CUSCO

FECHA : 08/30/2015

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

|                                   | MA-04  | MA-05  | MA-06   |
|-----------------------------------|--------|--------|---------|
| pH                                | 7.95   | 8.30   | 8.72    |
| Cloruros ppm                      | 291.40 | 222.80 | 2477.20 |
| Nitratos ppm                      | 75.90  | 118.60 | 271.90  |
| Alcalinidad ppm CaCO <sub>3</sub> | 212.60 | 259.80 | 580.20  |
| Sulfatos ppm                      | 171.80 | 152.00 | 233.90  |
| DBO <sub>5</sub> ppm              | 18.20  | 24.60  | 26.90   |
| Fosfatos ppm                      | 2.07   | 3.40   | 12.50   |
| Manganeso ppm                     | 0.29   | 0.44   | 1.24    |
| Cobre ppm                         | 0.22   | 0.26   | 0.49    |
| Cromo ppm                         | 0.042  | 0.055  | 0.122   |
| Hierro ppm                        | 0.200  | 0.294  | 0.176   |
| Aceites y Grasas ppm              | 2.86   | 3.08   | 10.40   |

Cusco, 20 de Agosto 2015

  
 Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco  
 Unidad de Prestación de Servicio de Análisis  
 Riquelme Herrera Arce  
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO  
 DE ANÁLISIS QUÍMICO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS**

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANÁLISIS QUÍMICO  
 DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

**INFORME DE ANÁLISIS**

Nº0485-15-LAQ

SOLICITANTE: MEDALY QUIROZ NAVARRO

MUESTRA : AGUAS  
 C. JAQUIRA, DISTRITO SANTIAGO-CUSCO

FECHA : 08/30/2015

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

|                                   | MA-07   | MA-08   | MA-09  |
|-----------------------------------|---------|---------|--------|
| pH                                | 8.57    | 8.50    | 8.50   |
| Cloruros ppm                      | 1191.00 | 3583.90 | 213.10 |
| Nitratos ppm                      | 180.80  | 470.80  | 140.20 |
| Alcalinidad ppm CaCO <sub>3</sub> | 314.80  | 697.70  | 255.30 |
| Sulfatos ppm                      | 190.00  | 176.40  | 198.60 |
| DBO <sub>5</sub> ppm              | 42.20   | 32.40   | 29.60  |
| Fosfatos ppm                      | 5.10    | 16.20   | 5.22   |
| Manganeso ppm                     | 0.93    | 1.69    | 0.82   |
| Cobre ppm                         | 0.30    | 0.72    | 0.19   |
| Cromo ppm                         | 0.08    | 0.146   | 0.052  |
| Hierro ppm                        | 0.125   | 0.194   | 0.170  |
| Aceites y Grasas ppm              | 5.20    | 12.80   | 3.82   |

Cusco, 20 de Agosto 2015



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco  
 Unidad de Prestación de Servicios Analíticos

*Melquiades Herrera Artoledo*  
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO  
 DE ANÁLISIS QUÍMICO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS**

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANÁLISIS QUÍMICO  
 DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

**INFORME DE ANÁLISIS**

Nº0492-15-LAQ

SOLICITANTE: MEDALY QUIROZ NAVARRO

MUESTRA : AGUAS

C. JAQUIRA DISTRITO SANTIAGO - CUSCO

FECHA : C/08/09/2015

RESULTADO ANALISIS:

|           | Sólidos<br>suspendidos<br>ppm | Sólidos<br>Sedimentables<br>ppm |
|-----------|-------------------------------|---------------------------------|
| MA-Lix 01 | 26.40                         | 255.20                          |
| MA-Lix 02 | 12.10                         | 132.80                          |
| MA-Lix 03 | 10.40                         | 114.90                          |
| MA-04     | 1.10                          | 186.90                          |
| MA-05     | 9.40                          | 91.70                           |
| MA-06     | 3.60                          | 4.20                            |
| MA-07     | 5.20                          | 21.70                           |
| MA-08     | 2.90                          | 14.10                           |
| MA-09     | 2.82                          | 16.60                           |

Cusco, 14 de Setiembre 2015



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco  
 Unidad de Prestaciones de Servicio Químico

Melquedes Herrera Arcohen  
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO  
 DE ANÁLISIS QUÍMICO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS**

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANÁLISIS QUÍMICO  
 DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

**INFORME DE ANÁLISIS**

NR0485-15-LAQ

SOLICITANTE: MEDALY QUIROZ NAVARRO

MUESTRA : AGUAS

LIXIVIADO -JAQUIRA DISTRITO SANTIAGO CUSCO

FECHA : C/30/07/2015

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

|           | C.E.<br>uS/cm | O.D<br>ppm |
|-----------|---------------|------------|
| MA-Lix 01 | 21500.00      | 1.20       |
| MA-Lix 02 | 2070.00       | 2.20       |
| MA-Lix 03 | 580.00        | 6.40       |
| MA-04     | 1050.00       | 5.80       |
| MA-05     | 1790.00       | 4.10       |
| MA-06     | 6900.00       | 3.80       |
| MA-07     | 3120.00       | 3.00       |
| MA-8      | 7880.00       | 3.80       |
| MA-9      | 2190.00       | 3.90       |

Cusco, 25 de Agosto 2015

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco  
 Unidad de Prestación de Servicios Químicos

*Margarita Herrera Arrieta*  
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO  
 DE ANÁLISIS QUÍMICO

**Fotografías aledañas al botadero de**



**Fotografías del efluente y del cuerpo de agua receptor**



## MATRIZ DE CONSISTENCIA

| Pregunta General   | Objetivo General  | Hipótesis General  | Variable  | Dimensión                      | Indicador             | Índice |
|--|---|--|---|--------------------------------|-----------------------|--------|
| ¿En qué medida los lixiviados provenientes del botadero municipal de la provincia de Cusco alteran los parámetros fisicoquímicos de las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira en época de estiaje 2015? | Evaluar los parámetros fisicoquímicos de las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira afectadas por los lixiviados en época de estiaje 2015                                 | Los parámetros fisicoquímicos de las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira exceden los Estándares de calidad Ambiental para Agua de categoría 3, en época de estiaje 2015   | Parámetros físicos                                    | Conductividad                  | mg/l                  |        |
|  |   |  |   | Parámetros químicos            | DBO                   | mg/l   |
|  |   |  |   |                                | pH                    | mg/l   |
|  |   |  |   |                                | Sólidos suspendidos   | mg/l   |
|  |   |  |   |                                | Sólidos sedimentables | mg/l   |
|  |   |  | Cloruros  |                                | mg/l                  |        |
|  |   |  | Parámetros fisicoquímicos                             | Alcalinidad                    | mg/l                  |        |
|  |   |  |   | Sulfatos                       | mg/l                  |        |
|  |   |  |   | Fosfatos                       | mg/l                  |        |
|  |   |  |   | Manganeso                      | mg/l                  |        |
| Cromo  | mg/l  |  |   |                                |                       |        |
| Cobre  | mg/l  |  |   |                                |                       |        |
| Hierro   | mg/l  |  |   |                                |                       |        |
| OD   | mg/l  |  |   |                                |                       |        |
| Aceites y grasas   | mg/l  |  |   |                                |                       |        |
| Pendiente media del cauce  | Desnivel altitudinal  | Altitud máxima   | km  |                                |                       |        |
|  |   | Altitud mínima   | km  |                                |                       |        |
|  | longitud del cauce  | Distancia  | km  |                                |                       |        |
| ¿Cuál es la relación que existe entre la pendiente y los parámetros fisicoquímicos de los lixiviados y las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira?   | Evaluar la relación entre la pendiente y los parámetros fisicoquímicos de los lixiviados provenientes del botadero municipal y las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira | Existe una correlación entre la pendiente y los parámetros fisicoquímicos de los lixiviados provenientes del botadero municipal y las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira | Caudal de los lixiviados y de las aguas superficiales | Área de la sección transversal | Longitud              | m      |
|  |   |  |   |                                | Ancho                 | m      |
|  |   |  |   | Velocidad                      | Longitud              | m      |
|  |   |  |   |                                | tiempo                | s      |
| ¿Cuál es la relación que existe entre la pendiente y los parámetros fisicoquímicos de los lixiviados y las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira?   | Evaluar la relación entre la pendiente y los parámetros fisicoquímicos de los lixiviados provenientes del botadero municipal y las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira | Existe una correlación entre la pendiente y los parámetros fisicoquímicos de los lixiviados provenientes del botadero municipal y las aguas superficiales de la microcuenca de Jaquira | Caudal de los lixiviados y de las aguas superficiales | Área de la sección transversal | Longitud              | m      |

Fuente: Elaboración Propia

Ficha de campo 01

| FICHA TECNICA DE MUESTREO DE LOS PARAMETROS FISICOUIMICOS DE LOS LIXIVIADOS EN LA MICROCUENCA DE JAQUIRA |      |                      |         |             |    |   |  |                    |  |
|--|------|----------------------|---------|-------------|----|---|--|--------------------|--|
| N° MUESTRA (MA)  |      | ZONA                 |         | FECHA       |    | ALTITUD                                 |  | GEOREFERENC IACION |  |
| ASPECTOS DE HIDRAULICA FLUVIAL DE LA MICROCUENCA   |      |                      |         |             |    | ESQUEMA DE UBICACIÓN                    |  |                    |  |
| Pendiente  |      |                      |         |             |    |   |  |                    |  |
| Determinación del Area   |      |                      |         |             |    |   |  |                    |  |
| Ancho(m.)  |      | Profundidad (alto)m. |         |             |    |   |  |                    |  |
| A1   |      | P1                   |         |             |    |   |  |                    |  |
|  |      | P2                   |         |             |    |   |  |                    |  |
|  |      | P3                   |         |             |    |   |  |                    |  |
| A2   |      | P4                   |         |             |    |   |  |                    |  |
|  |      | P5                   |         |             |    |   |  |                    |  |
|  |      | P6                   |         |             |    |   |  |                    |  |
| A3   |      | P7                   |         |             |    |   |  |                    |  |
|  |      | P8                   |         |             |    |   |  |                    |  |
|  |      | P9                   |         |             |    |   |  |                    |  |
| Determinación de la Velocidad  |      |                      |         |             |    | DESCRIPCIÓN DEL AREA- PUNTO DE MUESTREO |  |                    |  |
| Distancia del recorrido del flotador   |      |                      |         |             |    |   |  |                    |  |
| Tiempo del viaje del flotador  |      |                      | T1      | T2          | T3 |   |  |                    |  |
|  |      |                      |         |             |    |   |  |                    |  |
| ALTERACION DEL CAUCE   |      |                      |         |             |    |   |  |                    |  |
| AUSENTE  | LEVE | MODERADO             | INTENSO | MUY INTENSO |    |   |  |                    |  |
|  |      |                      |         |             |    |   |  |                    |  |

Ficha de campo 02

| FICHA TECNICA DE MUESTREO DE LOS PARAMETROS FISICOQUIMICOS DE LOS LIXIVIADOS EN LA MICROCUENCA DE JAQUIRA |  |       |  |                      |         |                       |          |                    |             |
|---|--|-------|--|----------------------|---------|-----------------------|----------|--------------------|-------------|
| ZONA  |  | FECHA |  | ALTITUD              |         | GEOREFERENC<br>IACION |          | N° MUESTRA<br>(MA) |             |
|   |  |       |  |                      | AUSENTE | LEVE                  | MODERADO | INTENSO            | MUY INTENSO |
| PARAMETROS FISICOQUIMICOS DE LOS LIXIVIADOS   |  |       |  | COLOR                |         |                       |          |                    |             |
|   |  |       |  | OLOR                 |         |                       |          |                    |             |
|   |  |       |  | ESQUEMA DE UBICACIÓN |         |                       |          |                    |             |
| Temperatura   |  |       |  |                      |         |                       |          |                    |             |
| Ph  |  |       |  |                      |         |                       |          |                    |             |
| DQO   |  |       |  |                      |         |                       |          |                    |             |
| Cloruros  |  |       |  |                      |         |                       |          |                    |             |
| Nitratos  |  |       |  |                      |         |                       |          |                    |             |
| Conductividad   |  |       |  |                      |         |                       |          |                    |             |
| Sulfatos  |  |       |  |                      |         |                       |          |                    |             |
| DBO   |  |       |  |                      |         |                       |          |                    |             |
| Fósforo total   |  |       |  |                      |         |                       |          |                    |             |
| Manganeso   |  |       |  |                      |         |                       |          |                    |             |
| Cobre   |  |       |  |                      |         |                       |          |                    |             |
| Cadmio  |  |       |  |                      |         |                       |          |                    |             |
| Cromo   |  |       |  |                      |         |                       |          |                    |             |
| Plomo   |  |       |  |                      |         |                       |          |                    |             |
| Mercurio  |  |       |  |                      |         |                       |          |                    |             |
| Hierro  |  |       |  |                      |         |                       |          |                    |             |
| Níquel  |  |       |  |                      |         |                       |          |                    |             |
| DESCRIPCIÓN DEL AREA- PUNTO DE MUESTREO   |  |       |  |                      |         |                       |          |                    |             |
|   |  |       |  |                      |         |                       |          |                    |             |

**Fotografías de las tomas de muestra:**

Fotografía N° 01: Primer punto de muestreo Toma de la muestra MA-01



Fotografía N° 02: Muestra MA-01



Fotografía N° 03: determinación del PH



Fotografía N° 04: Segundo punto de muestreo



Fotografía N° 05: Toma de muestra MA-03



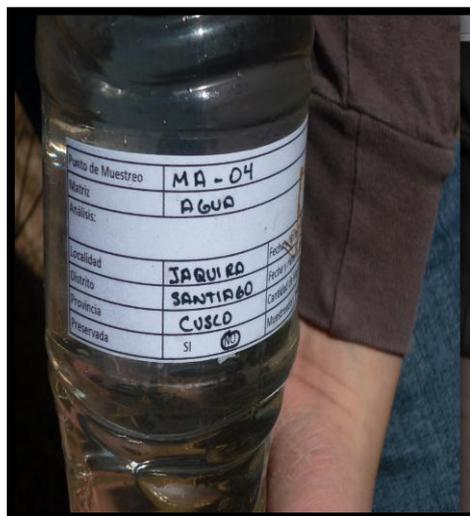
Fotografía N° 06: Muestra MA-03



Fotografía N° 07: Toma de muestra MA-07



Fotografía N° 08: Muestra MA-04



Fotografía N° 09: de muestra MA-05



Fotografía N° 10: Muestra MA-06



Fotografía N° 11: Toma de muestra MA-06



Fotografía N° 12: Punto muestreado MA-07



Fotografía N° 13: Punto muestreado MA-07





Fotografía N° 14: Punto Muestreado MA-08



Fotografía N° 15: Muestra MA-08



Fotografía N° 16: Punto Muestreado MA-09



Fotografía N° 17: Afloramiento de lixiviados hacia la microcuenca de Jaquira



Fotografía N° 18: Muestras ingresadas a laboratorio



Fotografía N° 19: Determinación de la DBO5



Fotografía N° 20: Determinación de la DBO5 En incubadora



Fotografía N° 21: Determinación de la conductividad

