

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
CARRERA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR DISPOSICIÓN FINAL DE  
RESIDUOS SÓLIDOS EN LOS CENTROS POBLADOS DE PISAC, COYA,  
LAMAY Y CALCA - REGIÓN CUSCO**

**TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO  
PROFESIONAL DE BIÓLOGO**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. CHAMPI AYMA VILMA**

**Bach. VILLALBA Balsa MILAGROS**

**ASESOR:**

**Blgo. PERCY YANQUE YUCRA**

**CO-ASESOR:**

**Ing. MARIO CUMPA CAYURI**

**TESIS FINANCIADA POR LA UNSAAC**

**CUSCO-PERÚ  
2014**

## **DEDICATORIA**

*A Dios, mi fuerza y mi guía, sin cuyo aliento no existiría. A mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar. A los compañeros y amigos que hicieron que mis años como estudiante fuesen mejores.*

*Vilma*

*Con todo mi cariño y mi amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba. A ustedes por siempre mi corazón y agradecimiento.*

*Papá y mamá.*

*Milagros*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Primero y antes que nada, damos gracias a Dios, por fortalecer nuestro corazón e iluminar nuestras mentes y por haber puesto en nuestro camino a aquellas personas que han sido soporte y compañía durante este tiempo.*

*Un agradecimiento especial a nuestro asesor Blgo. Percy Yanque por su colaboración y la guía brindada que contribuyó al presente trabajo, al Ing. Mario Cumpa por la dirección en laboratorio, a la Blgo. Maybé Olivera, Walter Huaraca, por las sugerencias, y a nuestros compañeros Alexis Rodríguez, Mario Corimanya, Melissa Villalva y Javier Sanga por la colaboración en el trabajo de campo.*

*A todos ellos nuestra gratitud.*

*Vilma & Milagros*

## ÍNDICE

RESUMEN.....	I
INTRODUCCIÓN.....	II
JUSTIFICACIÓN.....	III
OBJETIVOS.....	IV

### CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES.....	5
1.2 GENERALIDADES.....	8
1.2.1 Residuos sólidos.....	8
1.2.2 Contaminación ambiental.....	9
1.2.3 Características físico-químicas del agua.....	16
1.2.4 Características físico-químicas del suelo.....	19
1.2.5 Marco legal.....	22
1.3 PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	31
1.4 EVALUACIÓN Y CATEGORIZACIÓN DEL BOTADERO.....	33
1.4.1 Características generales del sitio.....	33
1.4.2 Características geofísicas del sitio.....	33
1.4.3 Efectos ambientales que ocasiona.....	33
1.4.4 Aspectos socio económicos y de salud asociados.....	34
1.5 DIAGNÓSTICO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LOS CENTROS POBLADOS DE PISAC, COYA, LAMAY Y CALCA.....	34
1.5.1 Generación total de residuos solidos.....	34
1.5.2 Producción per cápita de residuos sólidos por área de estudio.....	35
1.5.3 Composición de los residuos sólidos en el área de estudio.....	35
1.5.4 Generación de residuos sólidos hospitalarios.....	37
1.5.5 Gestión y manejo de residuos sólidos en la provincia de Calca.....	37
1.6 MARCO CONCEPTUAL.....	38

### CAPÍTULO II ÁREA DE ESTUDIO

2.1 UBICACIÓN.....	40
2.2 ACCESIBILIDAD.....	42
2.3 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	42
2.3.1 Geología.....	42
2.3.2 Suelos.....	43

2.3.3	Hidrología.....	44
2.3.4	Clima.....	44
2.3.5	Ecología.....	46
2.3.6	Población.....	48
2.3.7	Aspectos Socioeconómicos.....	48
2.3.8	Salud.....	50
2.3.9	Saneamiento ambiental básico.....	50

### **CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1	MATERIALES.....	52
3.1.1	De campo.....	52
3.1.2	De laboratorio.....	52
3.1.3	De gabinete.....	53
3.2	METODOLOGÍA.....	53
3.2.1	CARACTERIZACIÓN Y CATEGORIZACIÓN DE BOTADEROS Y ÁREA DE INFLUENCIA.....	53
3.2.2	ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DEL AGUA DEL RÍO VILCANOTA Y LIXIVIADOS DE LOS BOTADEROS EN ESTUDIO.....	55
3.2.3	ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE SUELO DE BOTADEROS.....	72

### **CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIONES**

4.1	CARACTERIZACIÓN Y CATEGORIZACIÓN DE LOS BOTADEROS A CIELO ABIERTO Y SU ÁREA DE INFLUENCIA EN LOS CENTROS POBLADOS DE PISAC, COYA, LAMAY Y CALCA.....	82
4.1.1	Características generales de los botaderos a cielo abierto y su área de influencia.....	82
4.1.2	Accesibilidad y uso potencial del terreno.....	88
4.1.3	Condiciones de operación.....	90
4.1.4	Evaluación y verificación de la situación del sistema de disposición final de residuos sólidos.....	93
4.1.5	Características geofísicas del sitio.....	94
4.1.6	Efectos ambientales.....	95
4.1.7	Aspectos socioeconómicos y riesgos de salud.....	95

4.1.8	Situación de los segregadores de residuos solidos .....	97
4.1.9	Análisis de encuestas y entrevistas de la población afectada directa e indirectamente.....	99
4.1.10	Calificación y Categorización de los botaderos.....	104
4.2	ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DEL AGUA DEL RÍO VILCANOTA Y LIXIVIADOS DE LOS BOTADEROS EN ESTUDIO.....	106
4.2.1	Análisis Físico-químico del agua del río Vilcanota .....	106
4.2.2	Análisis Bacteriológico del agua del río Vilcanota.....	115
4.2.3	Análisis físico-químico de lixiviados.....	117
4.2.4	Análisis Bacteriológico de lixiviados .....	121
4.3	ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL SUELO DE LOS BOTADEROS EN ESTUDIO.....	122

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

ANEXOS

## RESUMEN

La investigación se realizó entre los meses de Febrero a Noviembre del año 2013, considerándose épocas de secas y lluvias, el objetivo fue evaluar la contaminación por disposición final de residuos sólidos en los centros poblados de Pisac, Coya, Lamay y Calca.

Para la caracterización y categorización de botaderos, se consideró el método de calificación y categorización de botaderos, de acuerdo a la guía técnica establecidos por el MINAM y MINSa. Los parámetros considerados en las evaluaciones fisico-químicas del agua del río Vilcanota fueron: Temperatura, pH, OD, para lixiviados fueron temperatura y pH, los cuales se midieron en campo, los demás parámetros y la determinación de metales pesados (plomo, cadmio y cromo) tanto en aguas, lixiviados y suelos se procesaron en laboratorio, los parámetros considerados en el análisis bacteriológico de aguas y lixiviados fueron Coliformes totales y termotolerantes.

Los parámetros de aguas y lixiviados se determinaron según los métodos estandarizados por el Protocolo Nacional de la Calidad en cuerpos naturales de agua superficial, APHA y los Standard Methods, los parámetros de los suelos se determinaron según los métodos normalizados para el análisis químico agrícola.

Al caracterizar los botaderos en estudio se categorizaron de moderado riesgo; en los análisis fisico-químico en aguas del río Vilcanota dentro del área de estudio, se identificó la presencia de metales pesados como plomo, cadmio y cromo en valores traza por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), el análisis bacteriológico en aguas del río Vilcanota, muestran una elevada presencia de Coliformes totales y termotolerantes en época de secas superando los ECA, indicando contaminación bacteriológica, por lo tanto no son aguas aptas para riego ni bebida de animales. En el análisis fisico-químico de lixiviados, respecto a los metales pesados, se encontró valores traza por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) propuestos para lixiviado, el análisis bacteriológico de los lixiviados muestran la presencia elevada de Coliformes totales en los botaderos de Calca, Coya y Pisac superando así los LMP, indicando contaminación bacteriológica, por ende afecta al recurso suelo.

Así mismo en los parámetros del análisis fisico-químico de suelos, en la mayoría de los resultados las concentraciones son mayores en los suelos de lixiviado, respecto a la presencia de metales pesados se encontró plomo y cromo en valores traza, los cuales están por debajo de los ECA.

## INTRODUCCIÓN

La disposición final de los residuos sólidos urbanos y rurales en botaderos a cielo abierto, promueve en la actualidad la contaminación del medio ambiente y el desequilibrio ecológico, esto ha suscitado una creciente preocupación en la sociedad, y su debate alcanza a todos los sectores de la comunidad. El botadero a cielo abierto es por definición un área de disposición final de residuos sólidos sin control, en el cual estos son arrojados sobre el suelo o enterrados durante largos periodos de tiempo, sin tomar en cuenta ninguno de los procedimientos de un sistema de disposición final técnicamente diseñado y operado (relleno sanitario) por lo tanto, su operación no es ambientalmente segura. En consecuencia, el botadero a cielo abierto representa riesgos inadmisibles para los seres humanos y el medio ambiente.

La legislación peruana vigente, establece entre otras obligaciones la necesidad de hacer auditorías ambientales, las cuales deben determinar la existencia de contaminación por disposición final de residuos sólidos, utilizando herramientas técnicas y mediciones ambientales, todo ello con el fin de cumplir con las normativas ambientales vigentes y hacer compatible la actividad con el ambiente.

En la Provincia de Calca, no existe un lugar de disposición final de residuos sólidos que pueda catalogarse como relleno sanitario, por lo tanto la inadecuada disposición final de estos residuos da lugar a la generación de lixiviado derivados de los procesos de descomposición microbiana y de ciertos componentes de residuos, de modo que por la presencia de su elevada toxicidad pueden causar severos problemas al ambiente, así como al recurso edáfico en especial si estos botaderos se encuentran próximos a cursos de agua, generando focos infecciosos hacia la población a través del proceso de infiltración ya que estas aguas y suelos son utilizadas para riego y uso pecuario.

Por las razones expuestas, se plantea el presente estudio enfocado en la caracterización y categorización de los botaderos, además de evaluar la contaminación generada por la disposición final de residuos sólidos en los centros poblados de Pisac, Coya, Lamay y Calca de la provincia de Calca Región Cusco, cuyos botaderos municipales se encuentran próximos al río Vilcanota, ello contribuirá a las autoridades involucradas a contar con una herramienta técnica informativa que les permitirá evaluar y posteriormente implementar planes y programas que ayuden a mitigar y solucionar los diferentes problemas ambientales que ocurran.



## JUSTIFICACIÓN

La disposición final de los residuos sólidos en botaderos a cielo abierto en los centros poblados de Pisac, Coya, Lamay y Calca de la provincia de Calca, trae como consecuencias problemas ambientales como los lixiviados, producto de la descomposición de los residuos sólidos y la percolación, los cuales constituyen parte de la contaminación de los recursos agua y suelo, comprometiendo la calidad de estos, además el manejo inadecuado de los residuos sólidos es un riesgo en la salud de los segregadores, de los animales y de los habitantes que viven cerca del botadero.

El desarrollo del presente trabajo de investigación permitirá a las autoridades involucradas a contar con una herramienta técnica informativa, con información respecto a la caracterización y categorización de los botaderos a cielo abierto y su área de influencia en los centros poblados de Pisac, Coya, Lamay y Calca, el análisis físico-químico y bacteriológico del agua del río Vilcanota dentro del área de estudio, lixiviados y el análisis físico-químico del suelo de los botaderos en estudio, todo ello a fin de contribuir con la implementación posterior de instrumentos, planes y programas de gestión dirigidos a ampliar, mejorar, prevenir y optimizar las funciones en gestión ambiental. De manera que adopten medidas correctivas como: Reducir la contaminación ambiental del recurso hídrico y suelo involucrado en el área de estudio, aprovechar económicamente los residuos sólidos segregados mediante programas de reutilización, compostaje y reciclaje, contribuir a mejorar la imagen paisajística de la ciudad capital del Valle Sagrado, que será como medio propicio para el turismo e identidad nacional y finalmente contribuir en el mejoramiento de la calidad de vida de la población en condiciones más saludables.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Evaluar la contaminación generada por la disposición final de residuos sólidos en los centros poblados de Pisac, Coya, Lamay y Calca - Región Cusco.

### **Objetivos Específicos**

1. Caracterizar y categorizar los botaderos a cielo abierto y su área de influencia en los centros poblados de Pisac, Coya, Lamay y Calca.
2. Realizar el análisis físico-químico y bacteriológico del agua del río Vilcanota dentro del área de estudio y lixiviados de los botaderos en estudio.
3. Realizar el análisis físico-químico del suelo de los botaderos en estudio.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 ANTECEDENTES

- **YARLEQUÉ J. (2013).** Desarrolló un Programa de adecuación y manejo ambiental para el relleno sanitario de Kehuar-Anta, llegando a concluir en el análisis físico-químico de los suelos del relleno sanitario, presenta elevada concentración de N, P, K y otros elementos importantes como Na, Ca y Mg, por otro lado la concentración de metales pesados muestra que existe cromo en valor de traza, pero no así para el plomo y cadmio.
  
- **MAMANI R. & QUISPE G. (2013).** Realizaron la evaluación de las descargas de aguas residuales en el río Vilcanota, en el tramo Sicuani-Ollantaytambo, obteniendo valores de caudal de efluentes residuales para Sicuani 15.8L/s, Urcos 5.4L/s, Huatanay 6617L/s, Calca 7.1L/s, Urubamba 12.6L/s y Ollantaytambo 5.6L/s. La caracterización física, química y bacteriológica de estos, revelaron valores superiores a los indicados por los LMP, además la concentración de fosfatos supera los 1.0mg/L, el número de Coliformes totales y termotolerantes superan los 1.0E+04NMP/100mL no cumpliendo los ECAs-Agua categoría 3, llegando a la conclusión de que las aguas del río Vilcanota no son aptas para riego de vegetales ni para la bebida de animales.
  
- **PUMACHAPI A. & CANAZAS E. (2012).** Realizaron un estudio en la determinación y evaluación de los escenarios de contaminación causados por botaderos de residuos sólidos en 3 comunidades representativas de Pomacanchi proyectados para 15 años, concluyendo que el NaCl, para el año 0 es de 0.158% y para el año 15 es de 1.32%, en UFC, en el año 0, es de 57 UFC y para el año 15 es de 59 UFC, también se identificó en Waqlalaqay una de las comunidades, la presencia de Plomo para el año inicial en un 0.01 ppm y para el año 15 en 1.247 ppm.

- **VILLALBA M. (2012).** En el estudio de “evaluación y propuesta de manejo de residuos sólidos en la Localidad de Checacupe”, la existencia de botaderos clandestinos tanto en las vías públicas como riberas del Río Vilcanota y Pitumarca son focos infecciosos tanto para el recurso hídrico, suelo y proliferación de insectos que son los principales vectores de enfermedades que afectan en la salud del Hombre.
  
- **MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CALCA - PIGARS. (2011).** Las Municipalidades Distritales de la Provincia de Calca cuentan con botaderos a cielo abierto para su disposición final el cual es inapropiado, cuatro localidades (Pisac, Coya, Lamay y Calca) vienen descargando sus residuos sólidos en las cercanías del río Vilcanota; solo Lares tiene una infraestructura similar a un Relleno Sanitario Manual por el método de trincheras. No existe control ni tratamiento en los lugares de disposición final, eventualmente estos residuos son quemados y ligeramente enterrados, existe presencia de porcinos, ganado vacuno, ovino, aves e insectos.
  
- **AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA, CUSCO. (2011).** Al evaluar la calidad del agua de la cuenca del río Vilcanota en el tramo Pisac-Calca, los valores de DBO fueron 9 y 6 mg/L respectivamente, DQO 15 mg/L (Pisac) y 32 mg/L (Calca), respecto a la concentración de plomo en el tramo Pisac-Coya, obtuvieron resultados de 0.0276 mg/L. Los vertimientos de aguas residuales provenientes de Pisac y Calca contribuyen al deterioro de la calidad del río Vilcanota, en los puntos ubicados aguas abajo de los vertimientos de aguas residuales en cuanto a la presencia de Coliformes totales para Pisac fue 25 000NMP/100mL y para Calca fue 38 000NMP/100mL. Así mismo indicaron que el caudal del río Vilcanota de acuerdo a la estacionalidad contribuye a la recuperación de su calidad por su mayor capacidad de autodepuración en época de lluvias, mientras en épocas de secas disminuye, siendo necesaria la implementación de sistemas de tratamientos de aguas residuales.
  
- **MINISTERIO DE AGRICULTURA. (2010).** “Línea de base de la cuenca del Vilcanota”, del análisis ambiental realizado en la zona de estudio se pudo determinar que la contaminación en las aguas del río Vilcanota en el área del

valle sagrado excede los Estándares de Calidad Ambiental, como es el caso de Coliformes fecales y totales de acuerdo a la ley de aguas. Se puede observar que durante las épocas de lluvia este río están bien afectado por la contaminación, producto del material suspendido y particulado que es arrastrado por el río. Otra fuente de contaminación del río, de menor magnitud, pero que si afecta de manera negativa al paisaje y al turismo de la zona, es la contaminación por residuos sólidos domésticos.

- **MUNICIPALIDAD METROPOLITANA DE LIMA (2009).** “Características y categorización de botaderos en la ciudad de Lima” respecto a la categorización de los botaderos con su calificación en bajo, moderado y alto riesgo, se constató que no existe un botadero con alto riesgo. Hay 7 botaderos con un bajo riesgo y 12 con un moderado riesgo. En los botaderos de residuos sólidos urbanos en San Martín de Porres (Chuquitanta) y Carabaylo (Carapongo y Huacoy), la napa freática está a menos de 10 metros, lo que puede significar una contaminación de las aguas subterráneas. Además están rodeados de tierras agrícolas que son regadas con esta agua. Por eso es de suponer que los productos cultivados podrían estar también afectados por la contaminación de las aguas.
  
- **GARCIA M. (2005).** Realizó un estudio sobre Evaluación de lixiviados en la planta de tratamiento de Residuos Sólidos proyecto Retama Andahuaylillas-Cusco, en el que determinó la presencia los metales pesados cobre y plomo, siendo estos los contaminantes de mayor riesgo y de difícil tratamiento, además que la mayoría de parámetros determinados supera los límites permisibles para aguas negras y residuales, pero el tipo de suelo en el cual se está trabajando es adecuado para este tipo de procesos ya que es el tipo arcilloso y evita la infiltración de los contaminantes.

## **1.2 GENERALIDADES**

### **1.2.1 Residuos sólidos**

#### **➤ Residuos sólidos**

Son aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido desechados por su generador en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o por los riesgos que causan a la salud y el ambiente (Ley N° 27314). Se manejan a través de un sistema que incluye las siguientes operaciones: minimización, segregación, reaprovechamiento, almacenamiento, recolección, comercialización, transporte, tratamiento, transferencia y disposición final.

#### **➤ Residuos agropecuarios**

Son aquellos residuos generados en el desarrollo de las actividades agrícolas y pecuarias. Estos residuos incluyen los envases de fertilizantes, plaguicidas, agroquímicos diversos entre otros.

#### **➤ Residuos Comerciales**

Son aquellos generados en los establecimientos comerciales de bienes y servicios, tales como: centros de abasto de alimentos, restaurantes, supermercados, tiendas, bares, bancos, centros de convenciones o espectáculos, oficinas de trabajo en general, entre otras actividades comerciales y laborales análogas. Estos residuos están constituidos mayormente por papel, plásticos, embalajes diversos, restos de aseo personal, latas entre otros similares.

#### **➤ Residuos domiciliarios**

Son aquellos residuos generados en las actividades domésticas realizadas en los domicilios, constituidos por restos de alimentos, periódicos, revistas, botellas, embalajes en general, latas, cartón, pañales descartables, restos de aseo personal y otros similares.

#### **➤ Residuos de las actividades de construcción**

Son aquellos residuos fundamentalmente inertes que son generados en las actividades de construcción y demolición de obras, tales como: edificios, puentes, carreteras, represas, canales y otras.

➤ **Residuos de los establecimientos de atención de salud**

Son aquellos residuos generados en los procesos y en las actividades para la atención e investigación médica en establecimientos como: hospitales, clínicas, centros y puestos de salud, laboratorios clínicos, consultorios entre otros afines. Estos residuos se les caracterizan por estar contaminados con agentes infecciosos o que puedan contener altas concentraciones de microorganismos que son de potencial peligro, tales como: agujas hipodérmicas, gasas, algodones, medios de cultivo, órganos patológicos, restos de comida, papeles, embalaje, material de laboratorio, entre otros.

➤ **Residuos de instalaciones o actividades especiales**

Son aquellos residuos sólidos generados en infraestructuras, normalmente de gran dimensión, complejidad y de riesgo en su operación, con el objeto de prestar ciertos servicios públicos o privados, tales como plantas de tratamiento de agua para consumo humano o de aguas residuales, puertos, aeropuertos, terminales terrestres, instalaciones navieras y militares, entre otras; o de aquellas actividades públicas y privadas que movilizan recursos humanos, equipos o infraestructuras en forma eventual, como conciertos musicales, campañas sanitarias u otras similares.

➤ **Residuos de limpieza de espacios públicos**

Son aquellos residuos generados por los servicios de barrido y limpieza de pistas, veredas, plazas, parques y otras áreas públicas.

➤ **Residuos industriales**

Son aquellos residuos generados en las actividades de las diversas ramas industriales, tales como; manufacturera, minera, química, energética, pesquera y otras similares.

Estos residuos se presentan como: lodos, cenizas, escorias, metálicas, vidrios, plásticos, papel, cartón, madera, fibras, que generalmente se encuentran mezclados con sustancias alcalinas o ácidas, aceites pesados, entre otros, incluyendo en general los residuos considerados peligrosos.

(Ley N° 27314, 2000).

### **1.2.2 Contaminación ambiental**

Se denomina contaminación ambiental a la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de

varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, o bien, que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos. La contaminación ambiental es también la incorporación a los cuerpos receptores de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, o mezclas de ellas, siempre que alteren desfavorablemente las condiciones naturales del mismo, o que puedan afectar la salud, la higiene o el bienestar del público. (Enkerlin et al., 1997).

#### **1.2.2.1 Contaminación del agua**

Los residuos sólidos contienen aproximadamente un 45% de materia orgánica en estado de putrefacción y descomposición provocando una disociación de las macromoléculas orgánicas a formas más sencillas que tienen estado líquido o pueden ser fácilmente arrastradas por el agua, formando los lixiviados y diversos compuestos de nitrógeno y fósforo procedente de la mineralización de esta materia orgánica (Colomer & Gallardo, 2007).

Cuando el agua percola a través de las basuras urbanas que el hombre origina y que se encuentran depositadas en un vertedero municipal, disuelve componentes orgánicos e inorgánicos que producen lixiviados contaminados que pueden constituir un importante riesgo potencial para las poblaciones humanas y los ecosistemas circundantes. Es sabido que los lixiviados que estos residuos producen contienen varios tipos de compuestos químicos resultantes de los procesos de degradación. El efecto ambiental más serio pero menos reconocido es la contaminación de las aguas, tanto superficiales como subterráneas, es por el vertimiento de basura a ríos y arroyo, así como por el líquido percolado (lixiviado) producto por la descomposición de los residuos sólidos de los botaderos a cielo abierto. (Stanley, 2007).

La descarga de residuos sólidos a las corrientes de agua incrementa la carga orgánica que disminuye el oxígeno disuelto, aumenta los nutrientes que propician el desarrollo de algas y dan lugar a la eutrofización, causa la muerte de peces, genera malos olores y deteriora la belleza natural de



este recurso. Por tal motivo en muchas regiones las corrientes de agua han dejado de ser fuente de abastecimiento para el consumo humano y de recreación de sus habitantes (Piñeiro, 1991).

La descarga de basura en arroyos y canales en las vías públicas, también trae consigo la disminución de cauces y la obstrucción tanto de estos como de las redes de alcantarillado.

#### **1.2.2.2 Contaminación por lixiviados**

Por lo general, cuando el agua entra en contacto con los residuos sólidos depositados en un sitio de disposición final se produce una solución que se denomina lixiviado, rica en elementos contaminantes que al desplazarse verticalmente llegan al subsuelo. Los lixiviados se pueden formar de cuatro formas distintas según (Rodríguez et al., 2010)

- A partir de agua de lluvia que caen directamente sobre los residuos sólidos.
- Agua que se mueve horizontal al suelo y que llega directamente al sitio de disposición final.
- Contacto directo de las aguas subterráneas con los residuos.
- Aporte o derrame de líquidos en el sitio de disposición final.

Los lixiviados varían ampliamente en su composición química según la localidad. Ello se deberá la cantidad de basura, a las condiciones del sustrato y a las condiciones ambientales en las que se sitúa el vertedero. Incluso en el mismo vertedero, la calidad de los lixiviados cambia gradualmente a causa de que algunos componentes de la basura se descomponen rápidamente mientras que otros lo hacen lentamente. La producción de olores junto con la de lixiviados producidos en esta descomposición, es uno de los problemas serios que produce la proximidad de los vertederos a las zonas urbanas (Piñeiro, 1991).

#### **1.2.2.3 Contaminación de suelos**

El suelo se forma por la interacción de los sistemas atmósfera, hidrósfera y biosfera sobre la superficie de la geósfera. Ocupa la interfase entre la geósfera y los demás sistemas, en la llamada Zona Crítica (Brantley et al., 2007), la parte más dinámica de la superficie de la tierra.

La presencia en los suelos de concentraciones nocivas de algunos elementos químicos y compuestos (contaminantes) es un tipo especial de degradación que se denomina contaminación. El contaminante está siempre en concentraciones mayores de lo habitual (anomalías) y en general tiene un efecto adverso sobre algunos organismos. Por su origen pueden ser geogénico o antropogénico. Los primeros pueden proceder de la roca madre en la que se formó el suelo, de la actividad volcánica o del lixiviado de mineralizaciones. Por el contrario, los antropogénicos se producen por los residuos peligrosos derivados de actividades industriales, agrícolas, mineras, etc. y de los residuos sólidos urbanos. Desde un punto de vista legal, los contaminantes antropogénicos son los verdaderos contaminantes (Galán et al., 2008).

A pesar que la generación de residuos inherentes a la presencia humana ha sido tan antigua como nuestra historia, la disposición y tratamiento de los mismos, solo han sido documentados con diferentes grados de precisión desde el año 1940. Para ese entonces no se diferenciaban las diversas fuentes de basura y fue hasta el 1970 que el término “residuo sólido” empezó a utilizarse en todo el planeta (Sánchez, 2010).

Los botaderos y rellenos sanitarios se caracterizan por su composición heterogénea, como consecuencia de la disposición y descomposición de basura de diferente origen y la presencia de un amplio rango de moléculas naturales y xenobióticas (Nagendran R. et. al, 2006). Estos lugares presentan un alto nivel de contaminación, reduciendo la calidad de vida de los habitantes a su alrededor y presentando diversos impactos negativos entre los que se citan la generación y escape incontrolados de lixiviados, la reproducción, la falta de estabilidad geotécnica y cambios en la composición de flora y fauna. Dichas condiciones hacen necesario el monitoreo constante de parámetros tales como: pH, conductividad eléctrica, contenido de metales pesados y materia orgánica, entre otros.

Los contaminantes pueden abandonar los suelos por volatilización, disolución, lixiviado o erosión, y pasar a los organismos cuando pueden ser asimilables (bioasimilables), lo que anormalmente ocurre en forma más o menos solubles. En concreto, la posibilidad de que un elemento

(contaminante o no) quede libre y pase a disolución se llama disponibilidad (Galán et al., 2008).

El suelo actúa en general como barrera protectora de otros más sensibles (hidrológicos y biológicos) filtrando, descomponiendo, neutralizando o almacenando contaminantes y evitando en gran parte su biodisponibilidad. Esta capacidad depuradora del suelo depende de los contenidos de materia orgánica, carbonatos y oxihidróxidos de hierro y manganeso, de la proporción y tipo de minerales de la arcilla, de la capacidad de cambio catiónico del suelo, textura, del pH, permeabilidad y actividad microbiana. Por tanto para cada situación, el poder depurador del suelo tiene un límite. Cuando se superan esos límites para una o varias sustancias el suelo funciona como contaminado y es fuente de contaminación (Galán et. al, 2008).

La causa principal de contaminación por metales pesados es intervención antropogénica siendo los botaderos y rellenos sanitarios uno de los sitios de mayor acumulación de estos contaminantes (Nedelkoska T. & Doran P. 2000).

La interacción con el hombre, un componente singular de la biosfera puede romper también el equilibrio, debido a su uso (agricultura, industria, minería, ganadería, etc.). Este tipo de modificación negativa del suelo se denomina normalmente degradación.

Las principales fuentes antropogénicas de metales pesados en suelos, además de las comentadas anteriormente relacionadas con la minería, pueden ser:

➤ **Actividades agrícolas**

Riego, fertilizantes inorgánicos, pesticidas, estiércol, enmiendas calizas y sobre todo lodos residuales de depuradoras.

➤ **Actividades industriales**

Las principales industrias contaminantes son las fábricas de hierro y acero, que emiten metales asociados a las minas de Fe y Ni. La fabricación de baterías produce cantidades considerables de plomo. Las industrias de productos químicos, fármacos, pigmentos y tintes, el curtido de pieles, etc. producen distintos tipos de contaminantes. En

general a las áreas altamente industrializadas incluyen As, Cd, Cr, Hg, Fe, Ni, Pb, Zn.

➤ **Residuos domésticos**

Aproximadamente el 10% de basura está compuesta por metales. Su enterramiento puede contaminar las aguas subterráneas, mientras su incineración puede contaminar a la atmósfera a la liberar metales volátiles y como consecuencia contaminar los suelos. Por otra parte las basuras no controladas obviamente son una importante fuente de contaminantes para el suelo y las aguas superficiales.

(Galán et al., 2008).

**1.2.2.4 Metales pesados:** Se refiere a cualquier elemento químico metálico que tenga una relativa alta densidad y sea tóxico o venenoso en concentraciones bajas. Los ejemplos de metales pesados incluyen el mercurio (Hg), cadmio (Cd), arsénico (As), cromo (Cr), talio (Tl), y plomo (Pb). Los metales pesados son componentes naturales de la corteza de tierra. No pueden ser degradados o ser destruidos. Los metales pesados pueden entrar en un abastecimiento de agua por medio de residuos industriales y se deposita corrientes, los lagos, los ríos, etc. La capacidad de un suelo para retener los metales pesados encontrados en los lixiviados está en función de la capacidad de intercambio de cationes que tiene el suelo. La captación y la pérdida de iones positivamente cargados por un suelo, se llama intercambio catiónico, esto depende de la cantidad de materia coloide orgánica y mineral presente en el suelo.

➤ **Plomo (Pb, Número atómico 82):** El plomo es un metal gris azulino que ocurre en forma natural en pequeñas cantidades en la corteza terrestre. No tiene olor ni sabor especial. El plomo se encuentra ampliamente distribuido en el medio ambiente, las emisiones naturales de plomo se ocasionan por las sales del mar, volcanes e incendios forestales, entre otros. El consumo de combustibles fósiles, incineración de basura, la producción de hierro, acero y cemento se consideran las principales causas antropogénicas de emisión de Pb. Otras fuentes importantes son las baterías, las pinturas, tuberías e insecticidas, una vez que el Pb se deposita en el suelo, es inmovilizado por el componente orgánico de tal

forma que la cantidad disponible para las plantas es baja. La adición de ácidos orgánicos puede incrementar su solubilidad y aumentar el transporte de plomo desde la raíz hacia los órganos (Sharma & Dubey, 2005).

- **Cadmio (Cd, Número atómico 48):** Es un metal dúctil, de color blanco argentino con un ligero matiz azulado y es asociado a varios graves problemas de salud humana. El cadmio en el ambiente es liberado a la atmósfera por medio de volcanes, arrastre de partículas o emisiones biogénicas, combustión fósil y por actividades antropogénicas. El cadmio presente en el agua, existe en forma de ion hidratado o como complejo iónico asociado a otras sustancias inorgánicas u orgánicas. Las formas de cadmio solubles se movilizan en el agua. Las formas insolubles son inmóviles y se depositarán en el sedimento donde serán adsorbidas. El cadmio y sus compuestos pueden movilizarse a través del suelo, pero su movilidad depende de varios factores tales como el pH y la cantidad de materia orgánica, los que varían según el ambiente local. Generalmente, el cadmio se adhiere fuertemente a la materia orgánica en la cual permanece inmóvil en el suelo y puede ser incorporado por plantas, entrando así a la cadena alimentaria. La existencia en suelos agrícolas de niveles crecientes del metal genera gran preocupación ambiental debido a su movilidad y a la facilidad con que es absorbido por las plantas, el cadmio afecta negativamente a los procesos de respiración y fotosíntesis, el transporte de agua (Herrera, 2000).
- **Cromo (Cr, Número atómico 24):** Es un metal que se halla espontáneamente en el agua, el suelo y las rocas. También se encuentra en los cultivos y como elemento remanente en los suelos agrícolas. Además, hay niveles traza de cromo en el medio ambiente, el cual proviene de la actividad industrial. El cromo se utiliza en el procesamiento de cuero y en la obtención de acero, también hace parte de los ingredientes de agentes de limpieza, se utiliza en la industria para procesos de esmaltado de materiales y en los tanques de agua, estas actividades han llevado a la contaminación que actualmente se observa con Cr. Muchos estudios han revelado altas tasas de cáncer de pulmón en

operarios expuestos a la inhalación del mismo, así como un incremento de la tasa de cáncer del tracto gastrointestinal (Herrera, 2000).

**1.2.2.5 Organismos indicadores:** Los organismos patógenos se presentan en aguas contaminadas en cantidades muy pequeñas y además, resultan difíciles de aislar y de identificar. Por ello se emplea el grupo de Coliformes como organismos indicadores, puesto que su presencia es más numerosa y fácil de comprobar.

- **Coliformes:** Bacterias Gram negativas de forma alargada capaces de fermentar con producción de gas a 35°C a 37°C denominándose Coliformes totales, y aquellas que tienen las mismas propiedades pero se desarrollan hasta 44.5°C se denominan Coliformes termotolerantes.

### 1.2.3 Características físico-químicas del agua

Las siguientes definiciones han sido tomadas del Protocolo Nacional de Monitoreo de la calidad en cuerpos naturales de aguas superficiales, American Public Health Association (APHA) American Water Works Association (AWWA), Water Pollution Control Federation (WPCF).

- **Temperatura:** Es un parámetro muy importante dada su influencia tanto sobre el desarrollo de la vida acuática, como en las reacciones químicas y velocidades de reacción, así como sobre la aptitud del agua para ciertos usos. La temperatura de un suelo es una de sus propiedades más importantes ya que, entre ciertos límites controla las posibilidades para la germinación de las semillas, el crecimiento de las raíces, la formación de suelos, el intercambio de energía suelo-aire y la evaporación de la humedad.
- **Dureza total:** Es una característica química del agua que está determinada por el contenido de carbonatos, bicarbonatos, sulfatos y ocasionalmente nitratos de calcio y magnesio. La dureza es indeseable en algunos procesos, tales como el lavado doméstico e industrial, provocando que se consuma más jabón, al producirse sales insolubles. Es un agua que no produce espuma, con el jabón. El agua dura forma un residuo grisáceo con el jabón, que a veces altera el color de la ropa sin poder lavarla correctamente, forma una dura costra en las ollas, en los grifos y, algunas veces, tienen un sabor desagradable. El agua dura contiene iones que forman precipitados con el

jabón o por ebullición, clasificándose de la siguiente manera: (Ministerio de Salud Perú, 2010).

<b>CaCO<sub>3</sub> mg/L</b>	<b>Clasificación</b>
0-75	agua suave
75-150	agua poco dura
150-300	agua dura
> 300	agua muy dura

- **Alcalinidad:** Es la capacidad del agua para neutralizar ácidos o aceptar protones. Esta representa la suma de las bases que pueden ser tituladas en una muestra de agua. Dado que la alcalinidad de aguas superficiales está determinada generalmente por el contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, ésta se toma como un indicador de dichas especies iónicas. La alcalinidad, no sólo representa el principal sistema amortiguador del agua dulce, sino que también desempeña un rol principal en la productividad de cuerpos de aguas naturales, sirviendo como una fuente de reserva para la fotosíntesis.

**Rango Alcalinidad (mg/L CaCO<sub>3</sub>)**

Baja	< 75
Media	75 - 150
Alta	> 150

(Kevern, 1989).

- **Acidez total:** Es una medida de la concentración de iones hidronio ( $H_3O^+$ ) en la disolución, también se define como el poder de un agua de neutralizar iones hidroxilo y se expresa en términos equivalentes de carbonato de calcio. La acidez de un agua puede deberse a la presencia de CO<sub>2</sub> no combinado, ácidos minerales y sales de ácidos fuertes y bases débiles. En esta última categoría entran las sales de fierro y aluminio de origen mineral o industrial.
- **Cloruros:** Los cloruros que se encuentran en el agua natural proceden de la disolución de suelos y rocas que los contenga y que están en contacto con el agua. Las aguas naturales contiene cloruros en concentraciones que varían ampliamente, y el contenido aumenta normalmente, cuando se incrementa el contenido mineral. El sabor salado producido por cloruros depende de la

composición química del agua. La concentración sugerida de cloruros según la OMS, no debería exceder una concentración de 250 mg/L lo cual puede detectarse en algunas aguas que contienen sodio, por otro lado, el típico sabor salado puede estar ausente en aguas que contienen 1000 mg/L de cloruros cuando predominan los iones calcio y magnesio. Este indicador permite estimar el riesgo de cloración de los cultivos, el cual se manifiesta por amarillamiento y secado del follaje de los cultivos. De acuerdo con Food and Agriculture Organization (FAO, 2012), la clasificación es la siguiente.

Grado de toxicidad	Concentración de Cl <sup>-</sup> (mg/L)
Segura (no hay toxicidad)	≤ 7
Sensible	4 ≤ [Cl <sup>-</sup> ] < 70
Moderado	35 ≤ [Cl <sup>-</sup> ] < 140
Severa	> 350

- **Sulfatos:** El azufre ocurre en las aguas naturales en forma de ion sulfato SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. El sulfato es el resultado de la oxidación del ácido sulfhídrico H<sub>2</sub>S originalmente presente en el agua o en el acuífero. Altos niveles de este compuesto no presentan toxicidad pero si problemas en la calidad y usos del agua.
- **pH:** La concentración de ion hidrógeno es un parámetro de calidad de gran importancia para aguas naturales y lixiviados. La concentración del ión hidrógeno presente en el agua está muy estrechamente relacionada con la cantidad en que se disocian en iones hidroxilo e hidrógeno:



(Metcalf & Eddy. 1995).

- **Conductividad eléctrica:** La conductividad es una medida indirecta de la cantidad de sales ó sólidos disueltos que tiene un agua natural. Los iones en solución tienen cargas positivas y negativas; esta propiedad hace que la resistencia del agua al flujo de corriente eléctrica tenga ciertos valores. Si el agua tiene un número grande de iones disueltos su conductividad va a ser mayor. Cuanto mayor sea la conductividad del agua, mayor es la presencia de las impurezas y más concretamente de sales disueltas (Metcalf & Eddy, 1995).



- **Oxígeno Disuelto (OD):** El Oxígeno Disuelto es la cantidad de oxígeno que está disuelta en el agua y que es esencial para los riachuelos y lagos saludables. El nivel de oxígeno disuelto puede ser un indicador de cuán contaminada está el agua y cuán bien puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal. La determinación de oxígeno disuelto es importante en el control de aireación y el tratamiento de aguas y en el análisis de agua en calderas y en otras aplicaciones. La cantidad de oxígeno disuelto se mide en mg/L (miligramos de oxígeno por litro de agua), en ppm y en % de saturación (relación entre la cantidad de oxígeno disuelta en el agua y la correspondiente saturación).
- **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO):** Es definida como la cantidad de oxígeno requerida por las bacterias, para estabilizar la materia orgánica biodegradable, esta prueba es una de las más importantes en el control de contaminación en aguas residuales domésticas e industriales, por lo que las agencias de regulación de la contaminación le dan suprema importancia.
- **Demanda Química de Oxígeno (DQO):** Este otro tipo de prueba consiste en determinar la cantidad total de materia orgánica, en términos de la cantidad de oxígeno que se requiere para oxidar ésta a dióxido de carbono y agua. La medida corresponde a una estimación de las materias oxidables presentes en el agua, ya sea su origen orgánico o inorgánico, para esto se efectúa la oxidación de dicha materia orgánica utilizando agentes fuertemente oxidantes en un medio ácido.
- **Sólidos en suspensión:** Los sólidos en suspensión, son una medida de los sólidos sedimentables (no disueltos) que pueden ser retenidos en un filtro.

#### 1.2.4 Características físico-químicas del suelo.

Las siguientes definiciones han sido consideradas de la Association of Official Agricultural Chemist, (AOAC).

- **pH:** se utiliza como un indicador de la concentración de los iones hidrógeno en el suelo. Cuando el suelo presenta una alta concentración de iones hidrógeno, se considera ácido y cuando presenta una baja concentración se considera básico. Un pH 7 se considera neutro. El pH controla muchas de las actividades químicas y biológicas que ocurren en el suelo y tiene una influencia indirecta en el desarrollo de las plantas. El pH del suelo

representa aspectos del clima, vegetación e hidrología del lugar donde el suelo se ha formado. Los suelos generalmente presentan valores de pH entre 4 y 10 (Vázquez, 2005).

- **Conductividad eléctrica:** Todos los suelos fértiles contienen por lo menos pequeñas cantidades de sales solubles. La acumulación de sales solubles en el suelo se atribuye principalmente a problemas de drenaje y a la acción de riegos continuados, seguidos de evaporación y sequía. Cuando un suelo tiene un exceso de sales solubles se le denomina suelo salino. La medida de la conductividad eléctrica (CE) del suelo y de las aguas de riego permite estimar en forma casi cuantitativa la cantidad de sales que contiene.
- **Nitrógeno:** Es un nutriente esencial para el crecimiento de los vegetales, ya que es un constituyente de todas las proteínas. Es absorbido por las raíces generalmente bajo las formas de  $\text{NO}_3^-$  y  $\text{NH}_4^+$ . Su asimilación se diferencia en el hecho de que el ion nitrato se encuentra disuelto en la solución del suelo, mientras que gran parte del ion amonio está adsorbido sobre las superficies de las arcillas. El contenido de nitrógeno en los suelos varía en un amplio espectro, pero valores normales para la capa arable son del 0,2 al 0,7%. Estos porcentajes tienden a disminuir acusadamente con la profundidad. El nitrógeno tiende a incrementarse al disminuir la temperatura de los suelos y al aumentar las precipitaciones atmosféricas.
- **Fósforo:** Es un elemento fundamental para la nutrición de las plantas, es absorbido por estas en forma de fosfatos, es poco móvil por su tendencia a reaccionar dando formas fosforadas no disponibles para las plantas es que debe ser considerado como uno de los elementos más críticos.
- **Potasio:** Es un macronutriente absorbido por las plantas en grandes cantidades, siendo superado solo por el nitrógeno y a veces por el calcio. Es el nutriente que menores problemas de disponibilidad presenta, ya que en general, la provisión de este elemento en los suelos es aceptable. El potasio está presente en la solución del suelo solamente como un catión cargado positivamente,  $\text{K}^+$  no ocasiona problemas cuando sale del sistema del suelo y no es tóxico.
- **Materia orgánica:** La materia orgánica consiste en residuos vegetales en diversas fases de descomposición y restos de organismos y

microorganismos que viven en el suelo y sobre él. El contenido y calidad de la materia orgánica, depende del tipo de suelo, su manejo agronómico, el tipo de vegetación y las características climáticas. La materia orgánica se puede clasificar en biótica y abiótica. La materia orgánica biótica está constituida por organismos vivos presentes en el suelo (microfauna y microorganismos como bacterias, hongos). La materia orgánica abiótica corresponde a la mayor parte de la materia orgánica y está constituida por una parte más lábil y disponible como fuente energética y nutriente, y una parte polimérica, compleja y más estable en el tiempo que corresponde al humus (Aguilera S. 2000).

➤ **Grava:** Son acumulaciones sueltas de fragmentos de rocas y que tienen más de dos milímetros de diámetro. Dado el origen, cuando son acarreadas por las aguas las gravas sufren desgaste en sus aristas y son, por lo tanto, redondeadas. Como material suelto suele encontrarse en los lechos, en los márgenes y en los conos de deyección de los ríos, también en muchas depresiones de terrenos rellenadas por el acarreo de los ríos y en muchos otros lugares a los cuales las gravas han sido retransportadas. Las gravas ocupan grandes extensiones, pero casi siempre se encuentran con mayor o menor proporción de cantos rodados, arenas, limos y arcillas. Sus partículas varían desde 7.62 cm (3") hasta 2.0 mm. (Vázquez, 2005).

➤ **Textura:** La proporción (en porcentaje de peso) de las partículas menores a 2 mm de diámetro (arena, arcilla y limo) existentes en los horizontes del suelo, a las partículas de un suelo se clasifican en elementos gruesos (tamaño de diámetro superior a 2 mm) y elementos finos (tamaño inferior a 2 mm). Estos últimos son los utilizados para definir la textura de un suelo. Siguiendo la terminología establecida por la USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América), tenemos las siguientes clases de partículas inferiores a 2 mm de diámetro ( $\emptyset$ ) :

Arena  $2 \text{ mm} > \emptyset > 0.05 \text{ mm}$ .

Limo  $0.05 \text{ mm} > \emptyset > 0.002 \text{ mm}$ .

Arcilla  $\emptyset < 0.002 \text{ mm}$ .

(Gisbert et al., 2001).

### 1.2.5 Marco legal

➤ **Ley N° 27314 Ley General de Residuos Sólidos.**

Aprobada por el Congreso de la República el 21 de Julio del 2000. Establece derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar que la gestión y manejo de los residuos sólidos sea, sanitaria y ambientalmente la adecuada, para la protección del ambiente y el bienestar de la persona humana.

➤ **Reglamento de la Ley N° 27314.**

Ley General de Residuos Sólidos (D.S.057-2004). El presente dispositivo, reglamenta la Ley de Residuos Sólidos a fin de asegurar que su gestión y manejo sean apropiados para prevenir riesgos sanitarios, además de proteger y de promover la calidad ambiental, la salud y el bienestar del ser humano.

➤ **Ley N° 27972 Ley Orgánica de Municipalidades.**

Aprobada por el Congreso de la República el 27 de Marzo del 2003. Art. 80 las municipalidades, en materia de saneamiento, salubridad y salud es ejercer las funciones de regular y controlar el proceso.

De acuerdo a Ley de residuos sólidos, establece que las municipalidades son responsables por la gestión de los residuos sólidos de origen domiciliario, comercial y de aquellas actividades que genere residuos similares en todo el ambiente de su jurisdicción.

➤ **Ley N° 28611 Ley General del Ambiente.**

Aprobada por el Congreso de la República el 13 Octubre del 2005, señala en el Art. 67 acerca de saneamiento básico: las autoridades públicas de nivel nacional, sectorial, regional y local priorizan medidas de saneamiento básico que incluyan la construcción y administración de infraestructura apropiada; la gestión y manejo adecuado del agua potable, las aguas pluviales, las aguas subterráneas, el sistema de alcantarillado público, la reutilización de aguas servidas, la disposición de excretas y los residuos sólidos, en las zonas urbanas y rurales, promoviendo la universalidad, calidad y continuidad de los servicios de saneamiento, así como el establecimiento de tarifas adecuadas y consistentes con el costo de dichos servicios, su administración y mejoramiento.

➤ **Ley N°29338 Ley General de Recursos Hídricos.**

Aprobada por el Congreso de la República el 31 de Marzo del 2005. La presente ley regula el uso y gestión de los recursos hídricos, la actuación del estado y los particulares en dicha gestión, así como en los bienes asociados a ésta.

En el título V habla de la protección del agua, vigilancia y fiscalización; en el lugar y estado físico en el que se encuentre el agua, sea en sus cauces naturales o artificiales, controla, supervisa, fiscaliza el cumplimiento de la normas de calidad ambiental el agua sobre la base de los estándares de calidad ambiental (ECA- Agua) y las disposiciones y programas para su implementación establecidos por autoridad del ambiente.

**1.2.5.1 Política ambiental**

La política se expresa en documentos o declaraciones provenientes de autoridades nacionales, sectoriales. Algunas veces una política puede tener efectos en forma inmediata y directa, pero generalmente necesita de un instrumento que actúa por medio de una estructura organizativa y un conjunto de mecanismos operativos. Una política puede permanecer como una mera declaración retórica si no se proporcionan los medios para evidenciar sus efectos potenciales. Estos medios se denominan instrumentos o instrumentos de política. (Charpentier & Hidalgo, 1999).

➤ **Lineamiento de política de calidad de agua**

- a. Impulsar una adecuada calidad ambiental de los cuerpos de agua del país de acuerdo a estándares que permitan evitar riesgos a la salud y al ambiente.
- b. Promover el conocimiento científico y tecnológico de las medidas de prevención y los efectos de la contaminación del agua, sobre la salud de las personas, los ecosistemas y los recursos naturales.

➤ **Lineamiento de política de residuos sólidos**

- a. Fortalecer la gestión de los gobiernos regionales y locales en materia de residuos sólidos de ámbito municipal, priorizando su aprovechamiento.
- b. Impulsar medidas para mejorar la recaudación de los arbitrios de limpieza y la sostenibilidad financiera de los servicios de residuos sólidos municipales.

- c. Impulsar campañas nacionales de educación y sensibilización ambiental para mejorar las conductas respecto del arrojado de basura y fomentar la reducción, segregación, reuso, y reciclaje; así como el reconocimiento de la importancia de contar con rellenos sanitarios para la disposición final de los residuos sólidos.
- d. Promover la inversión pública y privada en proyectos para mejorar los sistemas de recolección, operaciones de reciclaje, disposición final de residuos sólidos y el desarrollo de infraestructura a nivel nacional; asegurando el cierre o clausura de botaderos y otras instalaciones ilegales.
- e. Promover la formalización de los segregadores y recicladores y otros actores que participan en el manejo de los residuos sólidos.
- f. Promover el manejo adecuado de los residuos sólidos peligrosos por las municipalidades en el ámbito de su competencia, coordinando acciones con las autoridades sectoriales correspondientes.
- g. Asegurar el uso adecuado de infraestructura, instalaciones y prácticas de manejo de los residuos sólidos no municipales, por sus generadores
- h. Promover la minimización en la generación de residuos y el efectivo manejo y disposición final segregada de los residuos sólidos peligrosos, mediante instalaciones y sistemas adecuados a sus características particulares de peligrosidad.

#### **1.2.5.2 Regulación y control de la contaminación**

En el Perú se tienen distintos organismos que se encarga de velar por el recurso hídrico del país, siendo el estado el eje principal para su regulación. Dentro de la normativa del país se establecen diversas normas relacionadas a la vigencia y fiscalización del recurso hídrico, dentro de ello se pueden mencionar:

- **Decreto supremos N° 002-2008-MINAM**, que aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua, el 31 de Julio del 2008.
- **Decreto supremo N° 0003-2009-MINAM**, del 19 de Diciembre del 2009, en el que aprueban las disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua.

**Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA):** Se define como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. El ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas; así como referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental (Ley General del Ambiente N° 28611, Art. 31).

En los cuadros N°: 1, 2 y 3 se muestran los valores establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental para agua en la categoría 3, tanto para riego de vegetales de tallo bajo, tallo alto y bebida de animales, donde se encuentra catalogada el río Vilcanota. En el cuadro N° 04 se muestra los ECAs para uso de suelo agrícola.

**Cuadro N° 1: ECAs-Agua para categoría 3 para riego de vegetales**

<b>Parámetros para riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>ECA-Agua. Cat. 3</b>
<b>Físicos y químicos</b>		
Temperatura	°C	-
pH	Unidad de pH	6.5-8.5
Conductividad	uS/cm	<2000
Oxígeno disuelto	mg/l	≥4
Sólidos suspendidos totales	mg/l	-
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	mg/l	15
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/l	40
<b>Inorgánicos</b>		
Cadmio	mg/l	0.005
Cromo	mg/l	0.1
Plomo	mg/l	0.05

Fuente: MINAM- D.S. 002-2008

**Cuadro N° 2: ECAs-Agua para categoría 3 para riego de vegetales.**

<b>Parámetros para riego de vegetales</b>			
<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Vegetales tallo bajo</b>	<b>Vegetales tallo alto</b>
<b>Biológicos</b>			
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	1000	2000
Coliformes totales	NMP/100mL	5000	5000
Enterococos	NMP/100mL	20	100
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	100	100
Huevos de Helminto	Huevos/litro		
<i>Salmonella sp</i>	Ausentes		
<i>Vibrio cholerae</i>			

Fuente: MINAM- D.S. 002-2008

**Cuadro N° 3: ECAs-Agua para categoría 3 para bebida de animales.**

<b>Parámetros para bebida de animales</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>ECA-Agua. Cat. 3</b>
<b>Físicos y químicos</b>		
Conductividad	uS/cm	<=5000
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	mg/l	<=15
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/l	40
Oxígeno disuelto	mg/l	>5
pH	Unidad de pH	6.5-8.5
<b>Inorgánicos</b>		
Cadmio	mg/l	0.01
Cromo(+6)	mg/l	1
Plomo	mg/l	0.05
<b>Biológicos</b>		
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	1000
Coliformes totales	NMP/100mL	5000
Enterococos	NMP/100mL	20
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	100

Fuente: MINAM- D.S. 002-2008

- **Decreto supremos N° 002-2013- MINAM**, que aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para suelo, el 25 de Marzo del 2013.



**Cuadro N° 4: ECAs-Suelo para uso agrícola.**

Parámetros	Unidad	Uso de Suelos
		Suelo Agrícola
<b>Inorgánicos</b>		
Cadmio total	mg/kg MS	1.4
Cromo VI	mg/kg MS	0.4
Plomo total	mg/kg MS	70

Fuente: MINAM-D.S. 002-2013

MS: materia seca a 105 °C.

**Cuadro N° 5: Valores estándar para fertilidad de suelos.**

Parámetros	Unidad	Rango ideal
pH		5.5-7.0
Conductividad Eléctrica	mmhos/cm	< 2
Potasio (K)	mg/kg	195.5-293.5
Fósforo (P)		7.0-14
Nitrógeno (N)	%	0.15-0.25
Materia orgánica (M.O)	%	4.0-6.0

Fuente: Ministerio de agricultura, 2011.

**Límites Máximos Permisibles LMP:** Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos, y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM y los organismos que conforman el sistema de Gestión Ambiental.

En el cuadro N° 6 se muestra los LMPs propuestos por el MINAM (2009) para la descarga de efluentes líquidos de tratamiento de residuos sólidos y lixiviados de rellenos sanitarios y de seguridad.

- **Propuesta Decreto supremos N° 002-2009-MINAM**, que proponen los Límites Máximos Permisibles de efluentes de residuos sólidos de Relleno Sanitario.

**Cuadro N° 6: LMP lixiviados de rellenos sanitarios y de seguridad.**

Parámetros	Unidad	LMP
<b>Físicos y químicos</b>		
pH		6.5 – 8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	30
<b>Orgánicos</b>		
DQO	mg/L	120
DBO	mg/L	20
<b>Inorgánicos</b>		
Cadmio total	mg/L	0.1
Cromo VI	mg/L	0.1
Plomo total	mg/L	0.5
<b>Biológico</b>		
Coliformes totales	NMP/100 mL	1 000

Fuente: MINAM propuesta LMPs-2009

### 1.2.5.3 Autoridad ambiental competente

#### a. Ministerio del Ambiente (MINAM)

- Coordina con las Autoridades sectoriales y municipales la debida aplicación de la ley general de Residuos Sólidos.
- Promueve la adecuada gestión de los residuos sólidos, mediante el sistema nacional de Gestión Ambiental, y la aprobación de políticas, planes y programas de gestión integral de residuos sólidos a través de la comisión ambiental transectorial.
- Aprueba la política nacional de residuos sólidos.
- Promueve la elaboración y aplicación de planes integrales de gestión ambiental de residuos sólidos en las distintas ciudades del país, de conformidad con lo establecido en esta ley.
- Resuelve, a través del tribunal de solución de controversias ambientales (en última instancia administrativa) los recursos impugnativos interpuestos con relación a conflictos entre resoluciones o actos administrativos emitidos por las distintas autoridades, relacionadas con el manejo de los residuos sólidos.

#### b. Ministerio de Salud (MINSAL)

- Norma a través de la dirección general de salud ambiental (DIGESA), lo siguiente:

- Los aspectos técnico-sanitarios del manejo de residuos sólidos, incluyendo los correspondientes a las actividades de reciclaje, reutilización y recuperación.
- El manejo de los residuos sólidos de establecimientos de atención de salud, así como de los generados en campañas sanitarias.
- Declara zonas en estado de emergencia sanitaria por el manejo inadecuado de los residuos sólidos.
- Vigila el manejo de los residuos sólidos debiendo adoptar, según corresponda las siguientes medidas:
  - Inspeccionar y comunicar a la autoridad sectorial competente las posibles infracciones detectadas al interior de las áreas e instalaciones indicadas en el artículo anterior, en caso que se generen impactos sanitarios negativos al exterior de ellas.
  - Dispone la eliminación o control de los riesgos sanitarios generados por el manejo inadecuado de residuos sólidos.
  - Requiere con la debida fundamentación el cumplimiento de la Ley general de residuos sólidos a las autoridades competentes, bajo responsabilidad.

**c. Ministerio de Transporte y Comunicaciones**

Norma, autoriza y fiscaliza el uso de las vías nacionales para este fin.

Asimismo, en coordinación con los gobiernos regionales correspondientes, autoriza el uso de las vías regionales para el transporte de residuos peligrosos, cuando la ruta a utilizar implique el tránsito por más de una región, sin perjuicio de las facultades de fiscalización a cargo de los gobiernos regionales en el ámbito de sus respectivas competencias.

**d. Gobiernos Regionales:**

A través de la gerencia de recursos naturales y medio ambiente, el Gobierno Regional de Cusco debe asumir, en coordinación con la autoridad de salud de su jurisdicción y el ministerio del ambiente, o a pedido de cualquiera de dichas autoridades, según corresponda, la prestación de servicios de residuos sólidos para complementar o suplir la acción de aquellas Municipalidades provinciales o distritales que no puedan hacerse cargo de los mismos en forma adecuada, o que estén

comprendidas en el ámbito de una declaratoria de emergencia sanitaria o ambiental, el costo de los servicios prestados deberá ser sufragado por la Municipalidad correspondiente.

**e. Gobiernos locales:**

- Planificar la gestión integral de los residuos sólidos en el ámbito de su jurisdicción, compatibilizando los planes de manejo de residuos sólidos de sus distritos y centros poblados menores, con las políticas de desarrollo local, regional y con sus respectivos planes de acondicionamiento territorial y de desarrollo urbano.
- Regular y fiscalizar el manejo y la prestación de los servicios de residuos sólidos de su jurisdicción.
- Asumir, en coordinación con la autoridad de salud de su jurisdicción y el Ministerio del ambiente, o a pedido de cualquiera de dichas autoridades, según corresponda, la prestación de los servicios de residuos sólidos para complementar o suplir la acción de aquellos distritos que no puedan hacerse cargo de los mismos en forma adecuado o que hayan sido declarados en emergencia sanitaria o ambiental, el costo de los servicios prestados deberá ser sufragado por la Municipalidad distrital correspondiente.
- Asegurar la adecuada limpieza de vías, espacios y monumentos públicos, además de la recolección y transporte de residuos sólidos en el mercado del distrito, de las ciudades capitales correspondientes.
- Aprobar los proyectos de infraestructura de residuos sólidos del ámbito de gestión municipal.
- Autorizar el funcionamiento de la infraestructura de residuos sólidos del ámbito de gestión municipal y no municipal.
- Adoptar medidas conducentes a promover la constitución de empresas prestadoras de servicios de residuos sólidos, así como incentivar y priorizar la prestación privada de dicho servicio.
- Autorizar y fiscalizar el transporte de residuos peligrosos en su jurisdicción, en concordancia con lo establecido en la ley N° 28256, ley que regula el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos, con excepción del que se realiza en las vías nacionales y regionales.

- Suscribir contratos de prestación de servicios de residuos sólidos con las empresas registradas en el Ministerio de Salud.
- Implementar progresivamente programas de segregación en la fuente y la recolección selectiva de los residuos sólidos en todo el ámbito de su jurisdicción, facilitando su reaprovechamiento y asegurando su disposición final diferenciada y técnicamente adecuada.

(Ley N° 27314, 2000)

### **1.3 PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS**

Uno de los problemas más graves relacionados con el manejo de los residuos sólidos en el Perú es su disposición final. Es común observar que las ciudades, aunque tengan un apropiado sistema de recolección de residuos sólidos, disponen sus residuos en los ríos, el mar, las quebradas y espacios públicos en general. La práctica de disponer los residuos en lugares abiertos, comúnmente denominados “botaderos”, es altamente nociva para el ambiente y pone en grave riesgo la salud de la población.

Los botaderos se pueden convertir en rellenos sanitarios o ser clausurados de modo tal que el lugar quede plenamente rehabilitado sin contaminación ambiental; sin embargo, en el Perú existen muy pocas experiencias de este tipo porque la disposición final de los residuos sólidos ha sido un tema que no ha tenido prioridad en las municipalidades y tampoco en la población local. Ante las importantes iniciativas de desarrollo socioeconómico, en armonía con el ambiente y la conservación de los recursos naturales que el país viene experimentando, la conversión y la rehabilitación de los botaderos representa un desafío impostergable. Más aún cuando la legislación peruana prohíbe expresamente el uso de los botaderos como medio para la disposición final de los residuos sólidos.

El problema de los residuos sólidos está presente, y tiende a agravarse como consecuencia del acelerado crecimiento de la población y la concentración de las áreas urbanas, de los cambios de hábitos de consumo (status social) y otros factores que pueden producir contaminación del medio ambiente con el consecuente deterioro de los recursos naturales.

Ante esta situación, es imprescindible que los municipios afronten la gestión de

los residuos sólidos generados en sus localidades, teniendo en cuenta, entre otras consideraciones; el nivel de educación ambiental de la comunidad, capacidad de pago por la prestación por el servicio de limpieza las implicancias que acarrear la mezcla de residuos con su probable mercado, la complementariedad de los servicios de tratamiento y disposición final y el costo inherente a los procesos que conllevan la recolección, transporte, tratamiento y disposición final (MINSA, 2008).

➤ **Relleno sanitario**

El relleno sanitario es una alternativa comprobada para la disposición final de los residuos sólidos. Los residuos sólidos se confinan en el menor volumen posible, se controla el tipo y la cantidad de residuos, hay ventilación para los gases, se evitan olores no deseados y hay drenaje y tratamiento de los líquidos que se generan por la humedad de los residuos y por las lluvias (MINSA, 2008).

➤ **Botaderos**

El botadero de basura es una de las prácticas de disposición final más antiguas que ha utilizado el hombre para tratar de deshacerse de los residuos que el mismo produce en sus diversas actividades.

Se le llama botadero al sitio donde los residuos sólidos se abandonan sin separación ni tratamiento alguno. Este lugar suele funcionar sin criterios técnicos en una zona de recarga situada junto a un cuerpo de agua, un drenaje natural, etc. Allí no existe ningún tipo de control sanitario ni se impide la contaminación del medio ambiente; el aire, agua y suelo son deteriorados por la formación de gases, líquidos, lixiviados, humo, polvo y olores nauseabundos.

Los botaderos de basura a cielo abierto son cuna u hábitad de fauna nociva transmisora de múltiples enfermedades en ellos se observa la presencia de canes, vacunos, porcinos y otros animales que representan un peligro para la salud y la seguridad de los pobladores de la zona, especialmente para las familias de los segregadores que sobreviven en condiciones infrahumanas sobre los montones de basura o en sus alrededores (Jaramillo; 2002).

- **Botadero controlado:** Lugar de disposición final de residuos sólidos que no cuenta con la infraestructura necesaria ni suficiente para ser considerado como un relleno sanitario. Puede ser usado de manera temporal debido a una situación de emergencia. En el botadero controlado se darán las condiciones mínimas de

operación para que los residuos no se encuentren a cielo abierto; estos residuos deberán ser compactados en capas para reducir su volumen y serán confinados periódicamente con material de cobertura.

## **1.4 EVALUACIÓN Y CATEGORIZACIÓN DEL BOTADERO**

La evaluación de un botadero requiere el conocimiento de las condiciones y características en que se encuentra el botadero y los efectos negativos que está ocasionando a su entorno (ambiente natural y construido, a la salud y a las actividades humanas). Los criterios que se deben considerar para la evaluación de un botadero según el Ministerio del Ambiente (MINAM) y el Ministerio de Salud (MINSAL) 2008, son los siguientes:

### **1.4.1 Características generales del sitio**

Entre estas características se encuentran las siguientes: ubicación geográfica, área que ocupa, tenencia del sitio, actividad (el sitio será activo si siguen depositándose residuos y será inactivo si ya no los recibe), tiempo de operatividad, condiciones de operatividad, número aproximado de usuarios que lo utiliza, accesibilidad, distancia a poblados más cercanos, tiempo de vida útil, uso actual del suelo, entre otros.

### **1.4.2 Características geofísicas del sitio**

Están la topografía (pendiente, relieve), edafología y geología (tipo y características del suelo) y climatología (temperaturas ambientales máximas y mínimas, precipitación pluvial y dirección y magnitud de los vientos predominantes). En cuanto a las características hidrológicas se considera la presencia de corrientes de aguas superficiales, la distancia a los cuerpos y tomas para consumo humano (manantiales, ríos, pozos, canales o infraestructuras de irrigación u obras hidráulicas, océano). Se considera si el botadero se encuentra en una zona de fallas, de sismos, de agrietamiento, desprendimiento o desplazamiento del suelo y si está sujeto a huaycos, derrumbes, avalanchas y aluviones.

### **1.4.3 Efectos ambientales que ocasiona**

Los efectos ambientales que ocasiona el sitio se deben considerar las alteraciones al suelo (volumen, características y tipos de residuos acumulados, quema de residuos, lixiviados); al aire (presencia de humo,

ruidos, biogás); al agua (presencia y niveles de lixiviado, contaminación de aguas superficiales); a la fauna (presencia y tipo de vectores); a la flora (marchitez, daños) y alteraciones al patrimonio natural y cultural (cercanía a sitios históricos, religiosos, turísticos, reservas naturales, etc.).

#### **1.4.4 Aspectos socio económicos y de salud asociados**

Entre estos aspectos se debe tomar en cuenta la presencia de grupos humanos cerca del botadero, actividades socioeconómicas que se generan y se ven afectadas por su presencia (turismo, agricultura, etc.), grupos humanos potencialmente afectados y afectación de la salud asociado a la presencia de botaderos.

### **1.5 DIAGNÓSTICO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LOS CENTROS POBLADOS DE PISAC, COYA, LAMAY Y CALCA.**

#### **1.5.1 Generación total de residuos solidos**

La generación total de residuos de competencia municipal en el área de estudio para el año 2011 ascendió a 13.018 ton/día, de este total el 66% de los residuos sólidos es de tipo domiciliario, seguido de los residuos de tipo institucional, barrido, hoteles, restaurantes, comercio y mercados.

A nivel de las localidades del área de estudio, Calca y Pisac presentan la mayor producción de residuos sólidos en un 66% y 23% respectivamente, lo cual responden a la existencia de hoteles, restaurantes, comercios y de las instituciones por ser zonas con importante flujo turístico. Por otro lado las localidades de Coya y Lamay presentan menor generación de residuos.



**Cuadro N° 7: Generación total de residuos sólidos (Ton/día).**

Residuos sólidos municipales (Ton /día)	Centro poblado				
	Pisac	Coya	Lamay	Calca	Total %
<b>Domicilio</b>	1.677	0.494	0.508	5.881	<b>66%</b>
<b>Barrido</b>	0.38	0.135	0.012	0.49	<b>8%</b>
<b>Comercio</b>	0.32	0.095	0.07	0.34	<b>6%</b>
<b>Hoteles/ Restaurantes</b>	0.425	0.032	0.027	0.52	<b>7%</b>
<b>Mercado</b>	0.095	0	0	0.45	<b>4%</b>
<b>Instituciones</b>	0.085	0.035	0.022	0.925	<b>9%</b>
<b>Total Ton/Día</b>	<b>2.982</b>	<b>0.791</b>	<b>0.639</b>	<b>8.606</b>	<b>13.018</b>
<b>Total % Ton/día</b>	<b>23%</b>	<b>6%</b>	<b>5%</b>	<b>66%</b>	<b>100%</b>

Fuente: Consorcio Getinsa, 2011

**1.5.2 Producción per cápita de residuos sólidos por área de estudio**

La generación per cápita domiciliaria promedio del área de estudio es de 0.46 kg/habitante/día, dicha producción oscila entre 0.39 a 0.53 kg/habitante/día, siendo la localidad de Calca la de mayor generación y la localidad de coya de menor generación.

**Cuadro N° 8: Producción per cápita de residuos sólidos por localidades.**

PROVINCIA	LOCALIDAD	PPC
		Kg/hab/día
CALCA	PISAC	0.49
	COYA	0.39
	LAMAY	0.41
	CALCA	0.53
<b>Promedio</b>		<b>0.46</b>

Fuente: Consorcio Getinsa, 2011

**1.5.3 Composición de los residuos sólidos en el área de estudio**

La composición física de residuos sólidos en el transcurso de los años ha variado, esto se debe a los patrones de consumo cambiantes, tanto por el incremento de los servicios así también por la expansión de las ciudades.

En tal situación, las costumbres orientadas al consumismo así como la migración de las zonas rurales a las ciudades, son factores determinantes de

la generación y composición de los residuos sólidos, cuyos cambios de materiales de origen orgánico hasta materiales como plásticos que se caracterizan por descomponerse en períodos largos. La composición física de los residuos municipales, está dada en los siguientes cuadros, dicha información se ha obtenido del PIGARS de Calca y Consorcio Getinsa 2011.

**Cuadro N° 9: Composición de residuos sólidos por localidades (%)**

N°	Componentes	Pisac	Coya	Lamay	Calca
<b>1</b>	<b>Residuos No Peligrosos</b>	<b>97</b>	<b>97</b>	<b>96</b>	<b>85.57</b>
1.1	Papel	2	2	1	5.53
1.2	Cartón	3	3	2	3.51
1.3	Vidrio	2	1	1	1.27
1.4	Metales	3	3	3	2.06
1.5	Plásticos	8	10	9	12.3
1.6	Residuos Orgánicos Compostables	55	54	56	43.12
	Estiércol	9	10	11	5.3
	Residuos de Poda y restos de cultivo	9	14	12	6.38
	Restos de alimentos	37	30	33	31.44
1.7	Textiles	0	0	0	0.8
1.8	Otros	24	24	24	16.99
	Cuero	0	0	0	0.15
	Tetrapack	0	0	0	0.83
	Maderas	0	0	0	0.62
	Huesos	3	2	2	0.87
	Caucho	0	0	0	0.2
	Material inerte (tierra, piedras y cenizas)	13	17	17	13.55
	Cerámica y losa	0	0	0	0.77
	Materiales de construcción y desmonte	8	5	5	0
<b>2</b>	<b>Residuos Peligrosos</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>14.43</b>
	Productos Farmacéuticos	0	0	0	0.03
	Pilas y baterías	0	0	0	0.06
	Fluorescente y focos	0	0	0	0
	Envases de productos tóxicos	0	0	0	0
	Residuos inservibles (Pañales, Papel Higiénico y Toallas Higiénicas)	3	3	4	14.33

Fuente: PIGARS Calca, 2011

En el cuadro N° 9, del 100% de generación de residuos sólidos en la localidad de Calca prevalecen los plásticos, papel y sobre todo residuos orgánicos compostables, además del 14.43% de residuos peligrosos.

Por otro lado en la localidad de Coya y Lamay la generación de residuos sólidos es similar tanto en cantidad como en composición, con mayor producción de restos de alimentos, residuos de poda y cultivo, restos de alimentos y una menor producción de papeles y plásticos, finalmente se observa la composición de residuos en la localidad de Pisac quien produce en mayor cantidad residuos no peligrosos de tipo orgánico como son los restos de alimentos que representa el 37%, materiales de construcción y desmonte en un 8%, y por ultimo un 3% de residuos sólidos peligrosos.

#### 1.5.4 Generación de residuos sólidos hospitalarios

La producción total de residuos sólidos hospitalarios en el área de estudio es de 0.075 ton/día, siendo el centro poblado de Calca el que más produce, debido al mayor número de establecimientos de salud que este presenta y al número de población.

**Cuadro N° 10: Generación de Residuos Sólidos Hospitalarios.**

<b>Distrito</b>	<b>ton /día</b>
Calca	0.055
Pisac	0.008
Coya	0.008
Lamay	0.004
<b>Total</b>	<b>0.075</b>

Fuente: PIGARS Calca, 2011

#### 1.5.5 Gestión y manejo de residuos sólidos en la provincia de Calca

En el sistema de gestión de los residuos sólidos a nivel del ámbito de estudio, se realiza las etapas de barrido, recolección, transporte y disposición final, cada una de estas presenta deficiencia técnicas y administrativas. La municipalidad provincial y las municipalidades distritales, se hacen cargo de la limpieza pública, el personal que realiza las labores no está capacitado ni especializado, generalmente aprende con la práctica las actividades que desarrolla en cada una de las etapas.

Se tiene un déficit en cuanto al pago por el servicio de limpieza, lo que

ocasiona la falta de recursos para el sostenimiento del sistema, también se ha podido observar que la mayoría de municipalidades distritales no cuenta con una estructura orgánica para una adecuada gestión del servicio del sistema, así mismo los encargados de gestionar el servicio no cuentan con las capacidades técnicas y administrativas para realizar una eficiente gestión.

Respecto a la gestión administrativa las municipalidades brindan servicios de limpieza pública, usando un modelo de organización vertical y relativamente homogéneo entre ellos. El órgano responsable de la gestión de los servicios públicos o limpieza pública, en su mayoría son subórganos dependiente del órgano de línea medio ambiente o servicios municipales. Las municipalidades brindan servicio de limpieza pública por administración directa y normalmente existe una dependencia o área encargada de proporcionar este servicio.

## 1.6 MARCO CONCEPTUAL

Las siguientes definiciones han sido tomadas de la guía técnica para la clausura y conversión de botaderos de residuos (MINSAs, 2008).

- **Disposición final:** Procesos u operaciones para tratar o disponer en un lugar los residuos sólidos, como última etapa de su manejo en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura. Constituye la última actividad del sistema de limpieza pública.
- **Relleno Sanitario:** Lugar donde se efectúa la disposición final de los residuos sólidos en la superficie o bajo tierra, de acuerdo con técnicas de ingeniería para su adecuado confinamiento. Comprende la compactación, cobertura con tierra u otro material inerte por lo menos diariamente, además del control de los gases y lixiviados con el fin de evitar la contaminación del ambiente y proteger la salud de la población
- **Generador:** Persona natural o jurídica que genera residuos sólidos, sea como productor, importador, distribuidor, comerciante o usuario. También se considerará como generador al poseedor de residuos sólidos peligrosos cuando no se pueda identificar al generador real y a los gobiernos municipales a partir de las actividades de recolección.

- **Operador:** Persona que realiza cualquiera de las operaciones o procesos que componen el manejo de los residuos sólidos y puede ser o no el generador de los mismos.
- **Segregación:** Acción de agrupar determinados componentes o elementos físicos de los residuos sólidos para ser manejados en forma especial.
- **Residuos peligrosos:** Residuos que por sus características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y patogenicidad son capaces de causar daños a la salud humana o al ambiente, por lo que requieren un manejo especial.
- **Manejo de residuos sólidos:** Toda actividad técnica operativa de residuos sólidos que involucre manipuleo, acondicionamiento, transporte, transferencia, tratamiento, disposición final o cualquier otro procedimiento técnico utilizado desde la generación hasta la disposición final.
- **Permeabilidad:** Mayor o menor facilidad de infiltración de un líquido a través de un medio poroso. Se expresa en unidades de longitud/tiempo (metro/segundo).
- **Tratamiento:** Cualquier proceso, método o técnica que permita modificar la característica física, química o biológica del residuo sólido a fin de reducir o eliminar su potencial peligro de causar daños a la salud y al ambiente.
- **Vectores:** Organismos que transportan de un lugar a otro un parásito o elemento patógeno capaz de transmitir enfermedades (moscas, mosquitos, pulgas, roedores y otros animales).
- **Lixiviado:** Es el líquido que percola a través de los residuos sólidos y que acarrea materiales disueltos o suspendidos. La infiltración de agua de lluvia es el principal generador de lixiviados en los rellenos sanitarios y en los botaderos. Otros contribuyentes son el contenido de humedad propia de los residuos sólidos y el agua de escorrentía que entra en contacto con los residuos sólidos.

## **CAPÍTULO II**

### **ÁREA DE ESTUDIO**

#### **2.1 UBICACIÓN**

La provincia de Calca está ubicada a 50 km, al norte de la ciudad de Cusco, conformado por un territorio de características alto andinas, abarca las cuencas de los ríos Vilcanota, Yanatile y Lacco - Yavero; en un rango altitudinal que va desde los 2200 msnm hasta los 4500 msnm.

##### **2.1.1 Política**

Región : Cusco

Provincia : Calca

Distritos: Pisac

Coya

Lamay

Calca

##### **2.1.2 Límites Políticos**

- Por el Norte : Con la provincia de La Convención y región Madre de Dios.
- Por el Sur: Con la provincia de Cusco y Quispicanchi.
- Por el Este : Con las Provincias de Quispicanchi, Paucartambo y la Región Madre de Dios.
- Por el Oeste : Con la provincia de La Convención y Urubamba

##### **2.1.3 Geográfica**

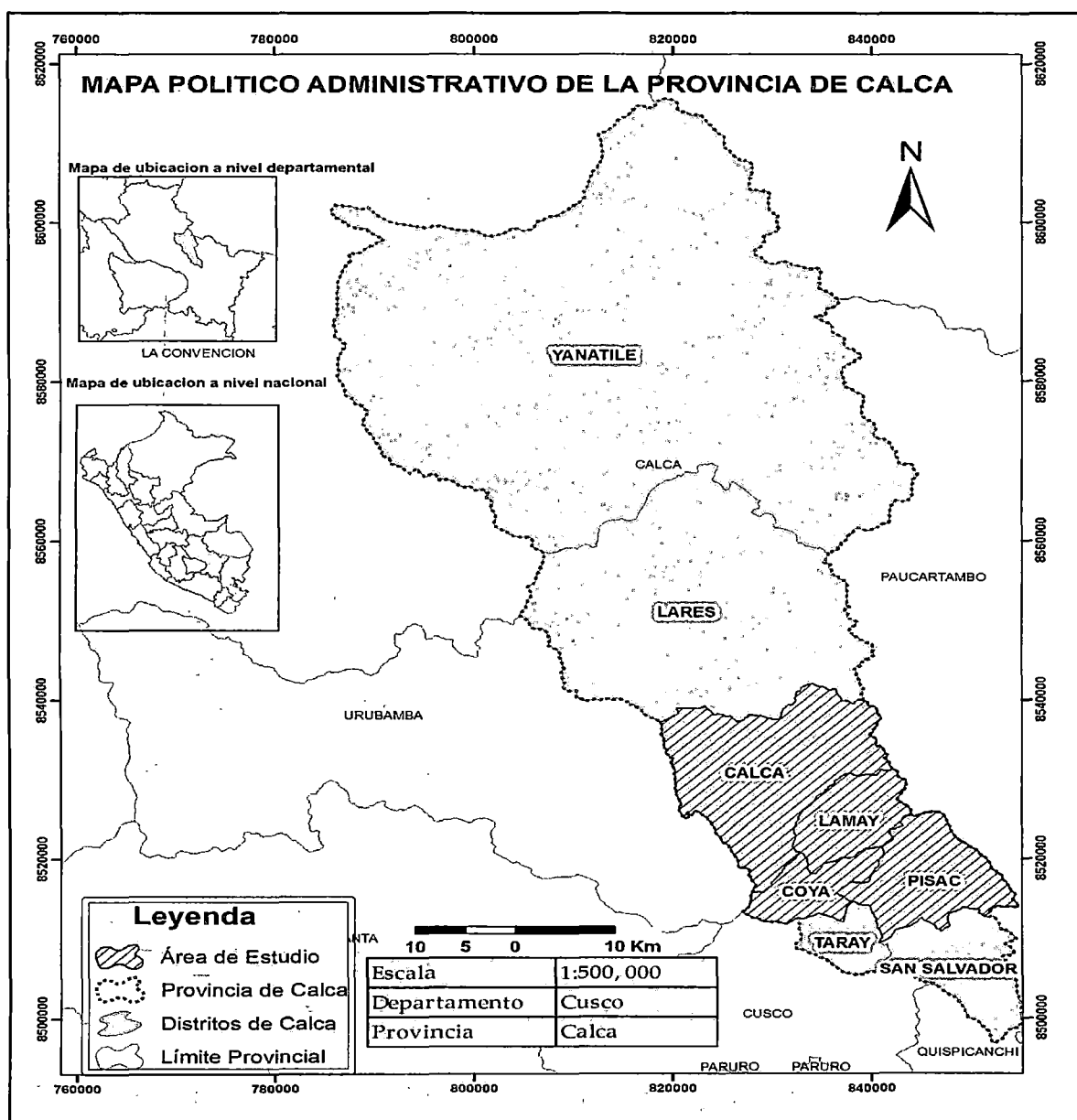
La provincia de Calca geográficamente está ubicado entre las coordenadas:

- Norte : 86 16677 a 84 96815
- Este : 208 347 a 784 970
- Datum : WGS-84
- Zona : 19-18
- Superficie: 4 414 km<sup>2</sup>

Los centros poblados afectos y comprendidos en el área de estudio son: Pisac, Coya, Lamay y Calca de la provincia de Calca, la ubicación de los distritos está determinada según el Instituto Nacional de Estadística e Informática 2007.

- **Distrito de Pisac:** tiene una superficie de 148.25 Km<sup>2</sup>, y se encuentra a una altura de 2,974 m.s.n.m.
- **Distrito de Coya:** tiene una superficie de 71.43 Km<sup>2</sup>, y se encuentra a una altura de 2,944 m.s.n.m.
- **Distrito de Lamay:** tiene una superficie de 94.22 Km<sup>2</sup>, y está a una altura de 2,934 m.s.n.m.
- **Distrito de Calca:** tiene una superficie de 311.01 Km<sup>2</sup>, y está a una altura de 2,925 m.s.n.m.

**Figura N° 1: Mapa de la provincia de Calca y área de influencia.**



Fuente: Elaboración propia en base a datos de INEI 2007.

**Cuadro N° 11: Ubicación de los botaderos del área de estudio.**

<b>Distrito</b>	<b>Nombre del botadero</b>	<b>Ubicación</b>
Pisac	Matará	En el sector de Matará
Coya	Playachayoc	En el sector de Playachayoc
Lamay	Campanachayoc	En el sector de Campanachayoc
Calca	Kaytupampa	En la Comunidad de Kaytupampa

Fuente: Municipalidad provincial Calca, 2011

## **2.2 ACCESIBILIDAD**

El Sistema Vial del área de estudio comprende la vía regional Cusco – Pisac – Calca – Urubamba, paralela al curso del río Urubamba , por vía terrestre; con un recorrido aproximado de 51Km. y un tiempo aproximado de viaje de 70 minutos. También se puede acceder, mediante la carretera principal asfaltada Cusco – Chinchero – Maras – Urubamba – Yucay Huayllabamba – Calca.

## **2.3 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

Los escenarios de contaminación causados por la disposición final de residuos sólidos se encuentra en las proximidades de la margen derecha del río Vilcanota y comprende a cuatro distritos de la provincia de Calca, cuya superficie corresponde a 346.91 Km<sup>2</sup>.

### **2.3.1 Geología.**

El territorio de la provincia está atravesado de este a oeste y de sur a noroeste, por la accidentada cadena montañosa andina desprendida de la cordillera oriental, dando lugar a dos unidades geográficas diferentes desde el punto de vista geomorfológico, climático y de cobertura vegetal, una ubicada al sur este de características nítidamente andinas; la otra ubicada al noroeste, de características más asociadas a las cejas de montaña o valle amazónico.

En la zona andina la geología está conformada por formaciones dando en sus interacciones, características fisiográficas propias de la sierra.



**Cuadro N° 12: Formaciones geológicas en la provincia de Calca.**

<b>Geología</b>	<b>Localidades</b>
Grupo Tarma Copacabana	Pisac, Coya, San salvador
Formación Paucartambo	Lares
Grupo Ambo	Pisac, Coya, Lamay y Calca
Caliza Santa Bárbara	Pisac, Lamay, Calca
Cuaternario eluvial	Laderas de ambas márgenes del Río Vilcanota desde San Salvador hasta Calca.
Caliza Huancané	Zona alta de lado izquierda del Vilcanota desde Pisac. Taray y Calca.

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Gobierno Regional Cusco, 2012.

En la parte baja y pie de ladera, los suelos se caracterizan por superficies llanas y levemente onduladas que se amplían en algunas zonas, se trata de terrazas de origen aluvial a lo largo de río Vilcanota, con pendientes que varían entre 15 y 25%, posibilitando por la calidad de sus suelos (profundos y fértiles) intensificar la agricultura. Aquí se ubican las ciudades y poblaciones de Pisac, Calca, Lamay, Coya, San Salvador y Taray en orden de importancia. Un problema relevante en esta zona, es que extensas áreas especialmente entre Pisac y Calca que son susceptibles a inundaciones sobre todo cuando ocurren lluvias intensas, apreciándose considerables superficies con afloraciones de sedimentos salinos, que surgen posiblemente debido a la interacción de erosión lateral, lavado de sales, entre otros factores. (Ordenamiento territorial, estudio geológico Calca, 2005).

### **2.3.2 Suelos**

Los suelos predominantes en la ciudad de Calca sector urbano y zona de expansión son suelos gruesos compuestos por gravas tales como: grava mal graduada con arena, grava limosa con arena, grava limosa arcillosa con arena con presencia de bolonería.

Excepto en el sector del Tiro blanco donde se encuentran suelos finos arcilla limo arenosa de baja compresibilidad y el sector de Manzanares donde se encuentra Arcilla inorgánica ligera de baja compresibilidad.

**Uso de Suelos:** Para la determinación de uso de suelo en la provincia se distinguen zonas de uso agrícola y pecuario, principalmente en función de sus potencialidades y limitaciones, así como de acuerdo a los patrones de uso por parte de la población. Las unidades de esta categoría son las siguientes:

- Cultivos de valles andinos.
- Cultivos de laderas andinas en secoano.
- Pastoreo extensivo y cultivos alto andinos.

### **2.3.3 Hidrología**

La oferta del recurso agua constituye la principal potencialidad de la provincia de Calca, la presencia de lagunas tiene significado vital en la vida de las poblaciones asentadas en las laderas y valles de la provincia, de manera que cualquier uso diferente, se traduce en impactos negativos significativos en los sistemas de producción que aquí se desarrollan.

El aprovechamiento del agua a lo largo de la provincia tiene marcadas diferencias: buen nivel de inversiones en infraestructura para riego en la zona que comprende el valle del Vilcanota. Sondeos realizados en la zona del Vilcanota indican que el 7% de familias comuneras de la provincia no tienen acceso a agua para riego, el 34% afirma que se beneficia de un flujo permanente del agua, en tanto que el 59% refieren que el recurso agua es escaso, especialmente en los meses iniciales de la campaña agrícola. (Municipalidad Provincial de Calca, 2012).

### **2.3.4 Clima**

Las características heterogéneas de topografía y fisiografía a lo largo del territorio de la provincia, determinan climas variados y marcadamente diferentes entre la zona que comprende el valle Sagrado de los Incas y la ceja de selva amazónica. De esa manera en las microcuencas que se ubican en el Valle Sagrado de los Incas la intensa radiación solar de día y la baja capacidad de almacenamiento calorífico por una escasa cobertura vegetal, la baja humedad relativa existente, entre otros factores, determinan drásticos cambios de temperatura entre el día y la noche.

La clasificación climática de Thornthwaite sobre la base de la precipitación efectiva y la temperatura media anual, determina que la zona andina de Calca tiene un clima semiárido megathermal con poco o ningún exceso de agua.

#### 2.3.4.1 Temperatura

Los valores de temperatura dentro del ámbito de estudio, durante el año, oscilan entre una máxima de 16.7°C y una mínima de 13.6°C con un promedio de 15.4°C durante el año.

#### 2.3.4.2 Precipitación pluvial

Presenta un promedio anual de precipitaciones que oscilan entre 4.7 mm y 143.8 mm dando como resultado para esta zona un clima donde alterna una estación sumamente seca (Mayo a setiembre), presentando déficit de humedad en los suelos; con una estación húmeda (noviembre a abril), donde la precipitación es mayor a la evapotranspiración.

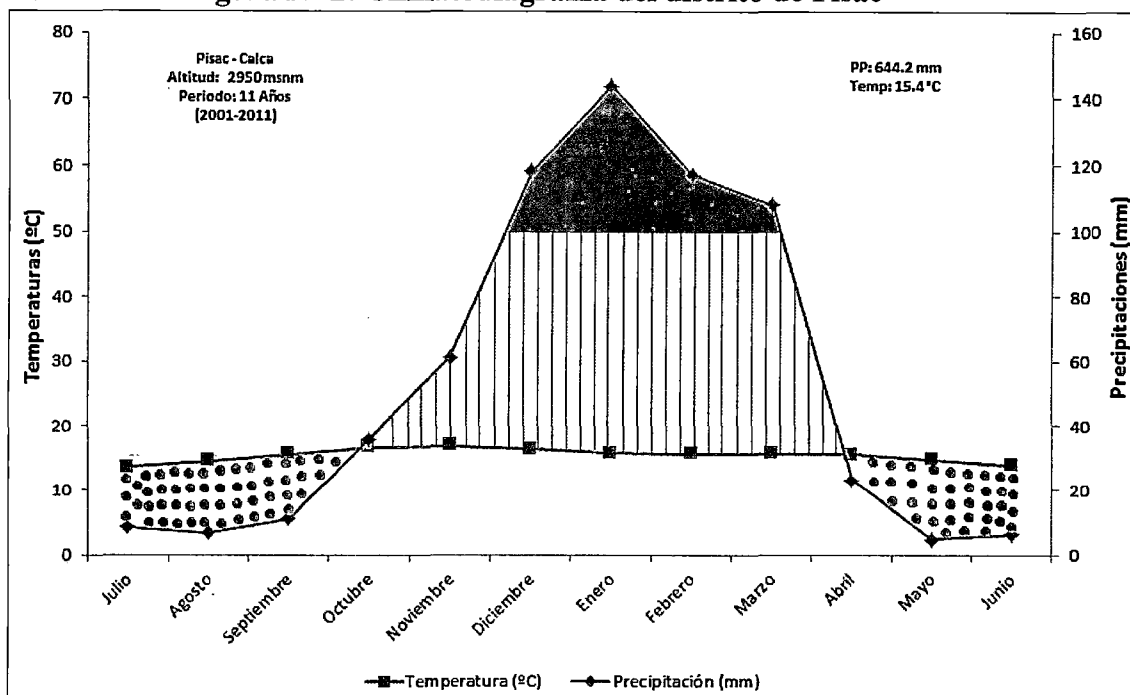
**Cuadro N° 13: Datos de temperatura y precipitación del distrito de Pisac.**

MES	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)
Enero	15.8	143.8
Febrero	15.7	117.0
Marzo	15.7	107.9
Abril	15.5	23.2
Mayo	14.8	4.7
Junio	13.9	6.3
Julio	13.6	8.5
Agosto	14.5	6.7
Setiembre	15.6	11.1
Octubre	16.7	35.8
Noviembre	17.0	61.3
Diciembre	16.4	118.0
Promedio	15.4	-
Total		644.2

Fuente: SENAMHI (Estación meteorológica de Pisac, 2001-2011)

En el cuadro N°13. Se observa una precipitación pluvial total de 644.2mm, una temperatura media anual de 15.4 °C, una máxima de 17 °C para el mes de Noviembre y la mínima de 13.6 °C para el mes de Julio.

**Figura N° 2: Climatodiagrama del distrito de Pisac**



Fuente: Elaboración propia con datos del SENAMHI 2001-2011

La figura N° 2, muestra que las precipitaciones empiezan el mes de Octubre y concluyen en Abril, los meses más lluviosos son Diciembre, Enero, Febrero y Marzo. Con presencia de épocas de secas como son los meses de Abril, Mayo, junio, Julio, Agosto y septiembre.

### 2.3.5 Ecología

#### 2.3.5.1 Zona de vida

El área de estudio a lo largo de la cuenca del Vilcanota presenta una zona de vida.

Bosque seco montano baja subtropical bs-MbS, altitudinalmente ubicada entre 2000 y 3000 msnm. La biotemperatura anual máxima es de 17.0 °C para la mínima de 13.6 °C y la precipitación pluvial media es de 644.2mm. (ZEE IMA, 2010)

#### 2.3.5.2 Flora

En la provincia de Calca encontramos una gran diversidad de especies vegetales, como resultado de los diferentes pisos ecológicos y microclimas, de ese modo en las zonas altas la vegetación es de

praderas de predominio graminoideo, alternando en zonas con algunas leguminosas (principalmente trébol), la densidad de estas praderas es generalmente baja, se calcula una cobertura entre 25 a 50% (meses de mayo, junio); debido a que están sometidos a una carga animal más allá de su capacidad (fuerte sobrepastoreo); la presencia de zonas con abundante población de la especie arbustiva denominada “garbancillo” (*Astragalus sp*), es un indicador de esta situación, que se hace crítica en comunidades como Huarqui (Lamay), Accha Alta (Calca).

Entre las laderas que dan a la cuenca del Vilcanota, presentan una vegetación de matorral medio a bajo de especies leñosas caducifolias (entre 0,50 m a 1,50 m de altura) con plantas leñosas perennifolias entremezcladas, que alternan con algunos bosquetes de eucalipto y en zonas de rotación temporal (muyus) con vegetación predominante de herbáceas de estrato graminoideo y caducifolio por la existencia de meses secos, en general la densidad es baja por la elevada extracción de la vegetación para combustible y el pastoreo. La población refiere cambios en las características de las asociaciones vegetales, así la población de especies como el Kantu (*Cantua buxifolia*), el chachacomo (*Escallonia resinosa*), aliso (*Alnus acuminata*), kolli (*Buddleia coriacea*) habrían bajado ostensiblemente a cambio de otras especies xerofíticas de desarrollo agresivo como el mutuy (*Cassia tomentosa*), el nabo silvestre (*Brassica campestris*) y el kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) entre otros.

(Municipalidad Provincial de Calca, 2012).

### 2.3.5.2 Fauna

La fauna como importante recurso natural tiene diversidad de especies, así como sigue:

Mamíferos: Atoc zorro (*Pseudalopex culpaeus*), puma (*Puma concolor*), ñañas zorrino (*Spilogale putorius*), Viskacha (*Lagostomus maximus*), taruca venado (*Hippocamelus antisensis*), comadreja (*Mustela frenata*), oscjollo.

Aves: Golondrina (*Pygochelidon cyanoleuca*), paqpaka raposa, yuthu perdiz (*Nothoprocta pentlandii*), quillinchu (*Falcos sparverius*), quellua (*Chroicocephalus serranus*), Jak'achu (*Colaptes rupicola*), picaflor (*Colibri coruscans.*), canastero (*Asthenes .sp.*), pichinco (*Zonotrichia capensis*), upa pesko (*Sicalis luteola*), kullkull paloma (*Patagioenas maculosa*), chiwaku tordo (*Turdus chiguanco*), ch'aiña jilguero (*Sporagra magellanica*), águila (*Geranoaetus polyosoma*), loro serrano (*Psittacara mitratus*).

Peces: Trucha (*Oncorhynchus mikiss*), wita (*Trichomycterus sp.*). (Municipalidad Provincial de Calca, 2012).

### 2.3.6 Población

La población dentro del ámbito de estudio, alcanza 37,816 habitantes (INEI, 2007) los cuales están principalmente distribuidos entre población urbana y rural concentrada en pequeñas localidades como son 4 distritos a lo largo del río Vilcanota

El área de influencia del diagnóstico de residuos sólidos está dado para las capitales de distrito de la Provincia de Calca, tal como se describe en el siguiente Cuadro:

**Cuadro N° 14: Población urbana y rural de los distritos de Calca.**

Distrito	Población del censo 2007		
	Urbana	Rural	Total
Pisac	3 422	6 018	9 440
Coya	1 266	2 439	3 705
Lamay	1 809	3 550	5 359
Calca	10 413	8 899	19 312
<b>TOTAL</b>	<b>16 910</b>	<b>20 906</b>	<b>37 816</b>

Fuente: Elaboración propia, en base al Censo INEI, 2007

### 2.3.7 Aspectos Socioeconómicos

#### 2.3.7.1 Recurso minero

La provincia de Calca también cuenta con un potencial minero no metálico (agregados, hormigón, arena, etc.) insumos para la construcción cuya ubicación y articulación respecto a la ciudad del Cusco, principal centro de demanda, le permiten ventajas comparativas importantes, que la ubican como principal centro de provisión. Sin

embargo la forma de explotación está empezando a generar trastornos y cambios en el cauce del río Vilcanota, con el peligro de inundaciones a importantes áreas de producción agropecuaria, por lo que urge la necesidad de generar estrategias adecuadas que orienten una explotación sostenible de este recurso.

#### **2.3.7.2 Agricultura**

Es la actividad económica más importante de la provincia de Calca, ocupa casi las dos terceras partes de la población económicamente activa.

En la agricultura el cultivo es extensivo en la totalidad de la provincia, con marcada tendencia al riego por inundación, sin embargo existe la tendencia actual para la implementación de cultivos orgánicos y tecnificados, por lo tanto; los cultivos en su mayor parte son asociados con intervención de maíz, habas, quinua, arveja, papa, habas, cebada, etc.

#### **2.3.7.3 Ganadería**

La actividad pecuaria, para la mayoría de las unidades productivas de los sistemas de producción de ladera-pampa, así como los medianos y pequeños productores, es complementaria a la agricultura. Mientras que para las unidades productivas de los sistemas de producción ganadera es la principal. En los pisos más altos predomina la población de camélidos y ovinos.

#### **2.3.7.4 Turismo**

El turismo en la provincia Calca se está desarrollando y promoviendo por su marcada predisposición a la visita de turistas que se encuentran de paso por el valle sagrado, Pisac y en dirección hacia Machupicchu; Calca se beneficia con la afluencia de turismo e incluso turismo proveniente de la ciudad del Cusco.

La provincia de Calca forma parte del circuito turístico del Valle Sagrado de los Incas, por tanto su potencial turística no puede ser visto de manera aislada, sino como parte de la red de atractivos turísticos de

todo el Valle Sagrado de los Incas. Este valle ocupa el cuarto lugar entre los lugares más visitados del Perú.

(Municipalidad Provincial de Calca, 2012)

### **2.3.8 Salud**

La prestación de los servicios de salud en la provincia de Calca está a cargo del sector público, Cuenta con 3 Centros de Salud uno de ellos denominado hospital integrado y 189 puestos de salud. Orgánicamente están estructurados a través de 2 microrredes, con 14 y 7 establecimientos de salud respectivamente. Son cabeceras de red los centros de salud de Pisac. (Comités locales de Administración de Salud CLAS – Pisac, 2012).

### **2.3.9 Saneamiento ambiental básico**

#### **2.3.9.1 Abastecimiento de agua**

En las zonas urbanas que en su mayoría están determinadas para las capitales de distritos de la provincia, cuentan con el servicio de agua potable que es extraída a partir de fuentes naturales, manantes, riachuelos, ríos y canales que son captados y enviados a reservorios, cada uno de ellos brinda su servicio de manera exclusiva a las zonas urbanas.

En la localidad de Calca se cuenta con la EPS EMSAPA Calca SRL que brinda los Servicios de Agua Potable y alcantarillado a los habitantes de la localidad, existen 2,355 conexiones de agua potable instaladas que significan el 69.28% de cobertura (2,218 domésticas; 111 comerciales, 25 estatales y 01 industrial). La continuidad del servicio es de 14 horas diarias durante los 7 días de la semana. En las comunidades, al cabo de tres años de la construcción y puesta en funcionamiento del servicio de abastecimiento de agua los sistemas colapsan o carecen de tratamiento. En muchos casos se han designado organizaciones para la administración de este servicio que no cumplen sus funciones.



### **2.3.9.2 Eliminación de excretas**

En la mayoría de las localidades en las que se cuenta con el servicio de desagüe se carece de sistemas de tratamiento de las aguas servidas, siendo a nivel provincial el río Qqochoc y en especial el río Vilcanota los que presentan los mayores niveles de contaminación a nivel provincial. Se ha verificado la evacuación informal de las aguas servidas a través de improvisados canales abiertos que se realizan directamente en la vía pública; evidenciándose problemas de sistemas inconclusos y redes abiertas.

### **2.3.9.3 Residuos solidos**

En la provincia de Calca constituye un problema esencialmente de zonas urbanas, no obstante la existencia de esta problemática en comunidades. El manejo es muy variado, se puede indicar que únicamente el poblado de Pisac y la ciudad de Calca cuentan con servicio de recolección de residuos aunque de forma parcial. No existe al nivel de la provincia ninguna gestión municipal que realice el tratamiento de los residuos sólidos, por lo que su destino final son botaderos informales a cielo abierto, generalmente en las riberas de los cursos hídricos (Vilcanota, Qqochoc), en zonas agrícolas o bordes urbanos; constituyendo fuentes continuas de agentes patógenos. En algunas ocasiones se procede a la quema de los residuos generando gases tóxicos como óxidos de nitrógeno y de azufre; con la consecuente contaminación atmosférica y producción de afecciones respiratorias y bronquiales a la población que habita en áreas circundantes.

(Municipalidad Provincial de Calca-PIGARS. 2011)

# CAPÍTULO III

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 MATERIALES

#### 3.1.1 De campo

- Winchas de 60m, rafia
- Tableros y fichas de campo
- Bolsas plásticas auto sellantes de primer uso
- Frascos estériles (muestreo bacteriológico)
- Frascos de vidrio transparente debidamente etiquetados, cooler.
- Botellas de plástico, capacidad de 3 litros y 500mL
- Cinta masking y embalaje
- Reactivos (OD)
- Pico, pala y badilejo
- Etiquetas
- Libreta de Campo
- Cámaras fotográficas
- GPS Garmin
- Correntómetro, cronómetro, termómetro.
- Multiparámetro EC 500 (EXTECH).
- Indumentaria de protección personal.
- La cartografía digital.
  - Mapa Físico Político del Perú, escala 1:1000 000
  - Cartas nacionales digitales, escala 1:100 000-IGN
  - Mapas de los Centros poblados (Pisac, Coya, Lamay y Calca), 2007, escala 1:100 000-INEI).

#### 3.1.2 De laboratorio

- Mandil, guantes, barbijos
- Pipetas, vasos de precipitados, erlenmeyer, conductímetro, bureta, crisol, tubos de ensayo, gradillas, balanza, reactivos.
- Refrigeradora, cocina eléctrica, horno,
- Polarógrafo, espectrofotómetro.

### **3.1.3 De gabinete**

- Computadora, Laptop
- Programas
  - Arc Gis 9.3
  - Google earth pro gold.

## **3.2 METODOLOGÍA**

Se tomaron en cuenta las siguientes acciones previas:

- Se coordinó con el responsable de la oficina de Medio Ambiente de cada Municipio para obtener información actualizada acerca de los temas de estudio, así mismo el cronograma de visitas.
- Se elaboró el cronograma de trabajo.

### **3.2.1 CARACTERIZACIÓN Y CATEGORIZACIÓN DE BOTADEROS Y ÁREA DE INFLUENCIA**

Para la obtención de los datos de caracterización y categorización de botaderos y su área de influencia se consideró el método de calificación y categorización de botaderos, de acuerdo a los pasos de la Guía Técnica para la clausura y conversión de botaderos de residuos sólidos establecidos por el MINAM y el MINSA (2008).

- Se levantó información de las condiciones operativas del sistema de disposición final de residuos sólidos, a manera de levantamiento catastral del botadero, tomando los puntos con el GPS, para lo cual se consideró el sistema de coordenadas UTM WGS 84, además se fotografió y posteriormente se ingresó estos datos al programa ARCGIS dando lugar a la georeferenciación con la creación de mapas.
- Se evaluó las características de los botaderos de disposición final de residuos sólidos establecidas por el MINAM (2008), y los efectos negativos más importantes que ocasionó al ambiente y al ser humano, según criterios generales como cantidad de residuos que contiene y área que ocupa, tipo de

residuos (presencia de residuos peligrosos), tiempo de actividad del botadero, cercanía a viviendas o poblados, características geofísicas del sitio, aspectos socioeconómicos y riesgos a la salud que ocasiona.

Se asignó la puntuación establecida, cuyo total máximo alcanzará el valor de 100. Cada aspecto tiene diferente peso en la puntuación; los efectos negativos que ocasiona al ser humano se le asigna el mayor valor (60%) distribuido en la siguiente forma: 40% del total para aspectos socioeconómicos y riesgos a la salud; 20% a la cercanía a viviendas o poblados; y 40% a los efectos negativos que ocasiona al ambiente en general, distribuido en 15% por la presencia de residuos peligrosos, 10% por cantidad de residuos y área que ocupa el botadero, 10% por tiempo de actividad del botadero y 5% por las características geofísicas del sitio. (Ver anexo N° 4)

- Para la calificación o categorización del botadero se consideró los siguientes valores:

**Cuadro N° 15: Categorización de un botadero**

TOTAL %	CATEGORIZACION
71-100	ALTO RIESGO
31-70	MODERADO RIESGO
05-30	BAJO RIESGO

Fuente: MINAM & MINSA, 2008

- Además se levantó información de acuerdo a la observación directa, mediante el método verificación in situ de la población afectada, como segregadores, población directa (viviendas ubicadas alrededor del botadero) e indirecta (pastores, transeúntes, trabajadores y viviendas ubicadas a menos de 500m del botadero) mediante encuestas y entrevistas que se realizaron durante los fines de semana (ver anexo 1).

Para el tamaño de muestra se consideró el número total de segregadores, número total de familias que habitan en cada una de la viviendas ubicadas alrededor a menos de 500m de distancia (población afectada

considerada respecto a la distancia del botadero, recomendada por MINSA, 2008 ) de cada uno de los botaderos dentro del área de estudio, número de pastores de ganado vacuno, porcino y ovino, número total de trabajadores que desarrollan distintas actividades (construcción, asfalto, minería no metálica, pilado de maíz, etc.) y transeúntes.

**Cuadro N° 16: Población encuestada**

Población		Botadero				
		Matara (Pisac)	Playachayoc (Coya)	Campanachayoc (Lamay)	Kaytupampa (Calca)	Total
<b>Segregadores</b>		6	5	3	7	<b>21</b>
<b>Directa</b> (población ubicada alrededor del botadero)	<b>Nro. de casas</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>-</b>
	Nro. de familias	2	4	3	7	<b>16</b>
<b>Indirecta</b> (población ubicada a menos de 500m del botadero)	<b>Nro. de casas</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>-</b>
	Nro. de familias	0	3	0	5	<b>8</b>
	Pastores	3	4	3	3	<b>13</b>
	Transeúntes	8	4	0	4	<b>16</b>
	Trabajadores	7	0	0	5	<b>12</b>
<b>Total</b>						<b>86</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.2 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DEL AGUA DEL RÍO VILCANOTA Y LIXIVIADOS DE LOS BOTADEROS EN ESTUDIO

#### 3.2.2.1 Análisis de agua del río Vilcanota

##### Estaciones de muestreo

Para establecer las estaciones de muestreo se hizo una evaluación previa de la ubicación de los botaderos, determinándose 6 estaciones en época de lluvias (incluyendo un tributario colindante al botadero de Calca, solo en época de lluvias, porque el cauce está ausente en época de secas) y 5

estaciones en época de secas. En el cuadro N° 17, se muestra la descripción de las estaciones evaluadas y sus respectivas coordenadas, así también se aprecia en el mapa N° 1.

**Cuadro N° 17: Ubicación de las estaciones de muestreo de agua del río Vilcanota**

Nro.	Estación	Descripción	Ubicación UTM	
			Este	Norte
1	Blanco	500m aguas arriba del botadero de Matara (Pisac).	19 192962	85 12879
2	Pisac	50m aguas abajo del botadero de Matara (Pisac).	19 196715	85 13204
3	Coya	50m aguas abajo del botadero de Playachayoc (Coya).	19 185316	85 18544
4	Lamay	50m aguas abajo del botadero de Campanachayoc (Lamay).	19 181352	85 22713
5	Calca	50m aguas abajo del botadero de Kaytupampa (Calca).	19 179806	85 23741
6	Trib.Calca	Tributario del río Vilcanota, colindante al botadero de Kaytupampa (Calca)	19 179903	85 23648

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo

### Toma de muestra:

- Para obtener las muestras de aguas y su respectivo análisis físico-químico se consideró el Protocolo Nacional de Monitoreo de la calidad en cuerpos naturales de agua superficial, establecido por la Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2011).
- Se tomaron las muestras a una distancia de 50m aguas abajo del botadero, aproximadamente 1.5 - 2m de la orilla y 10cm de profundidad.
- Antes del llenado, el frasco de muestra se enjuagó varias veces con la misma agua y se tomó la muestra de 2 a 3 litros de agua en los respectivos recipientes, también se tomó 2 muestra en frasco de polietileno de 500mL para los análisis restantes.
- Las muestras de agua fueron recolectadas, etiquetadas y preservadas, considerando tiempo mínimo (24 horas) transcurrido, desde la toma de muestra y el análisis en laboratorio para evitar la alteración de los resultados.
- La frecuencia de muestreo fue solo una vez en cada época del año, lluvias (Febrero) y en secas (Junio). El número total de muestras para el análisis físico-químico y bacteriológico respectivamente fueron 55, tal como se muestra en el cuadro N° 18.

**Cuadro N° 18: Número de muestras para el análisis físico-químico y bacteriológico de agua del río Vilcanota**

Nro.	Estaciones	DBO	DQO	Dureza y Metales pesados	Sulfatos, Cloruros	Bacteriológico	Sub-total	Monitoreo		Total
								Lluvias	Secas	
1	Blanco	01	01	01	01	01	05	01	01	10
2	Pisac	01	01	01	01	01	05	01	01	10
3	Coya	01	01	01	01	01	05	01	01	10
4	Lamay	01	01	01	01	01	05	01	01	10
5	Calca	01	01	01	01	01	05	01	01	10
6	Trib.Calca	01	01	01	01	01	05	01	-	05
<b>Total</b>	-	06	06	06	06	06	30			55

Fuente: Elaboración propia.

## a. Análisis físico-químico de agua del río Vilcanota

### ➤ **Parámetros analizados**

Los parámetros analizados fueron aquellos indicados por el ministerio del ambiente (MINAM), para monitoreo de cuerpos de aguas naturales continentales en la categoría 3, por tratarse de aguas naturales, con uso potencial para la agricultura y ganadería. Para determinar estos parámetros se utilizaron los siguientes métodos, de laboratorio de la Facultad de Química UNSAAC.

- ❖ **Temperatura (°C)** : Su medición se realizó en campo (termómetro).
- ❖ **Caudal (L/s)** : Se realizó por el Método del correntómetro, que consistió en la medición de la velocidad en 5 puntos del río. En la sección transversal del río se tiende una cinta métrica, después se mide la velocidad y la profundidad a lo largo de la sección en distancias regulares. La distancia de medición se definió en función de la medida del cuerpo de agua, de acuerdo a la normativa establecida por la Autoridad Nacional del Agua, que considera 1m para ríos con un ancho de 20m o más.
- ❖ **pH:** La medición fue realizada in situ según el Método electrométrico, para lo cual se empleó un balde transparente para la obtención de la muestra de agua y realizar en este la medición, empleando el equipo multiparámetro EC 500, equipo aprobado por los Standard Methods.
- ❖ **Conductividad eléctrica:** se realizó la medición por el método directo en campo, utilizando un equipo denominado multiparámetro EC 500 (EXTECH), observando in situ el valor de la conductividad.
- ❖ **Oxígeno disuelto:** Se empleó el método de Winkler, que consistió en:
  - 1) Se llenó el frasco con la muestra de agua de río, teniendo cuidado de evitar la exposición al aire y se cerró la botella, sin introducir burbujas de aire.
  - 2) Se abrió y adicionó rápidamente, con un cuentagotas, 1 mL de disolución de  $MnSO_4$ , De la misma manera, 1 mL de la disolución de NaOH.
  - 3) Se tapó el frasco y se invirtió con cuidado el frasco presionando el tapón para que no se salga.



4) Una vez que el precipitado se sedimentó 3 cm por debajo del tapón, se añadió 1mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 18 molar, también con un cuentagotas y se volvió a tapar y mezclar hasta que el precipitado se disolvió.

5) Luego en laboratorio se tomó con una probeta 50 mL exactamente de la disolución acidulada y se introdujo en un matraz Erlenmeyer de 100 mL. Se valoró rápidamente con Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,01 N hasta que el color del yodo palidezca. En este momento se añadió 5mL de indicador de almidón y se completó la valoración hasta la decoloración. Se Anotó en este punto el volumen de tiosulfato gastado, para valorar los 50mL de muestra.

6) finalmente se aplicó la fórmula matemática para hallar el OD.

$$\text{Oxígeno disuelto (ppm)} = (V \times N \times F) / m$$

En donde:

V= mL de tiosulfato de sodio gastado

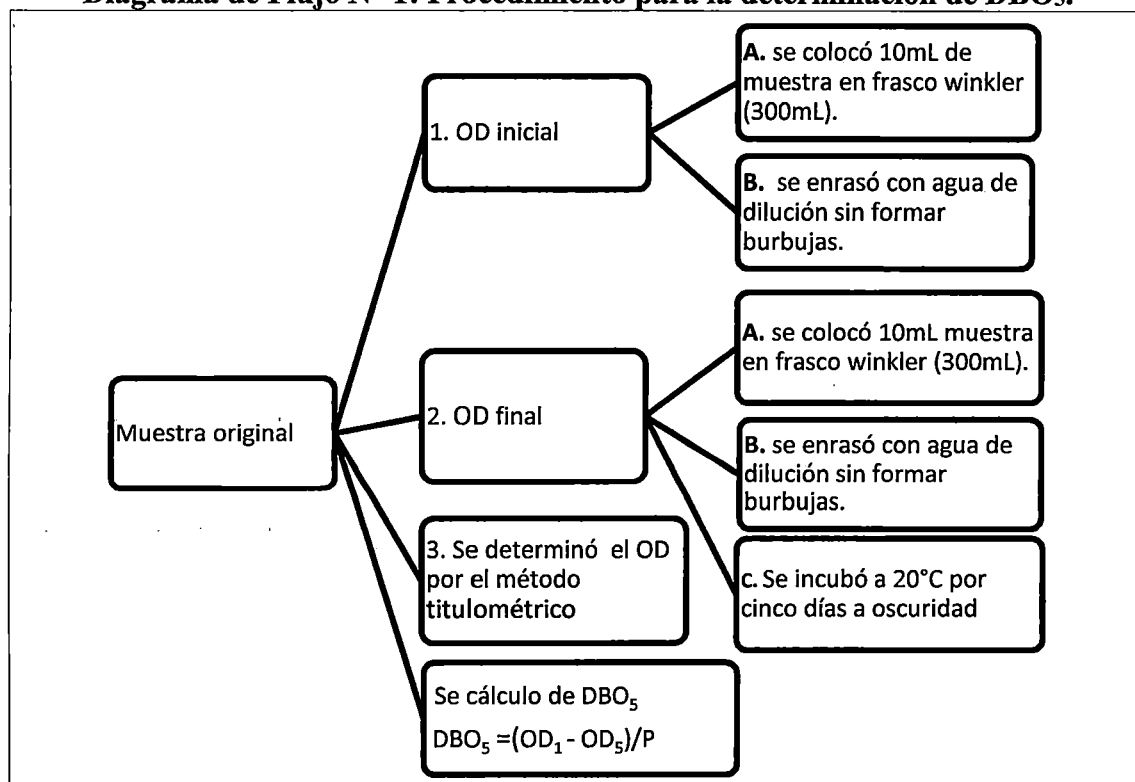
N= normalidad de tiosulfato de sodio

F= factor = 8000

m= mL netos de muestra

❖ **Demanda Bioquímica de Oxígeno:** Se empleó el método de Winkler con dilución, que consistió en la toma de muestra en contra de la corriente, utilizando frascos de un litro de capacidad con cierre hermético, los cuales fueron llenados completamente evitando la formación de burbujas, siendo conservadas en cadena de frío hasta su procesamiento. En esta metodología es necesario la dilución antes de la incubación de modo que el oxígeno que pueda tener el agua sea suficiente para el proceso de degradación de la materia orgánica, a continuación se muestra un diagrama de flujo del procedimiento empleado.

**Diagrama de Flujo N° 1: Procedimiento para la determinación de DBO<sub>5</sub>.**



Fuente: Elaboración propia.

Donde:

P = % de volumen de agua contenida en la muestra

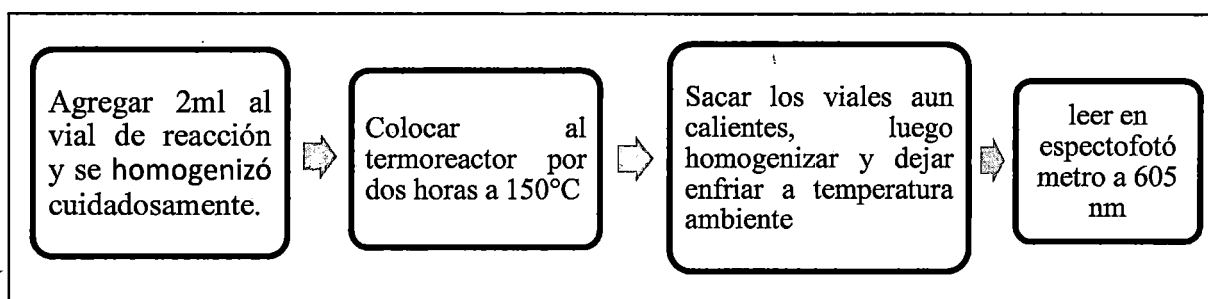
OD<sub>1</sub> = Oxígeno disuelto del día de muestreo

OD<sub>5</sub> = Oxígeno disuelto a los cinco días incubados

DBO<sub>5</sub> = Demanda bioquímica de oxígeno de cinco días

- ❖ **Demanda Química de Oxígeno:** Se realizó por el método de reflujo con dicromato de potasio que consistió en tomar la muestra en contracorriente, para lo cual se utilizaron frascos descartables estériles de primer uso con un litro de capacidad y cierre hermético. Preservándose con ácido sulfúrico (1:1) agregando 3mL de ácido por litro de muestra, para luego ser conservadas y transportadas en cadena de frío a 4°C hasta su procesamiento. A continuación se observa el diagrama de flujo del procedimiento.

## Diagrama de Flujo N° 2: Procedimiento para la determinación de DQO.



Fuente: elaboración propia

- ❖ **Dureza total:** Se utilizó el método EDTA estándar que consistió en transferir 25mL de agua a un matraz Erlenmeyer de 125mL, después se le agregó cinco gotas de solución amoniacal pH 10, y se le adiciona tres gotas de solución indicadora (negro Erocromo T). Finalmente se tituló con una solución valorada de versenato de sodio (EDTA) hasta que vire al color azul.

Se tomó la lectura del EDTA consumido

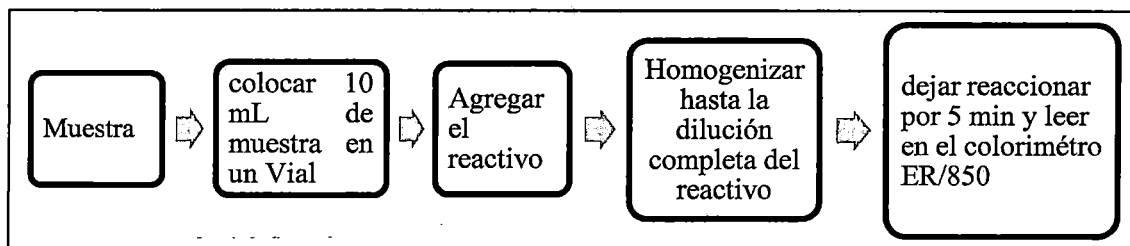
Dureza total como: mL de EDTA X 1000

CaCO<sub>3</sub> (ppm) volumen de la muestra (mL)

- ❖ **Cloruros:** La determinación de este parámetro se realizó según el método Volumétrico del Nitrato Mercúrico, consiste en la titulación del ion con nitrato de mercurio Hg (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> para la formación de cloruro mercúrico soluble, ligeramente disociado. En el rango de pH de 2,3 a 2,8 la difenilcarbazona indica el punto final de la titulación por formación de un complejo de color púrpura con los iones mercúricos en exceso. El xilenocianol FF sirve de indicador de pH, para resaltar el punto final. Aumentando la concentración del titulante y modificando las mezclas indicadoras, se amplía la gama de concentraciones medibles de iones cloruro.
- ❖ **Sulfatos:** La determinación de este parámetro se realizó en base al método colorimétrico que consistió en tomar las muestras en frascos de 1L de capacidad y se transportaron al laboratorio en cadena de frío hasta su

procesamiento empleando el método colorimétrico. A continuación se presenta el diagrama de flujo del procedimiento empleado.

**Diagrama de Flujo N° 3: Procedimiento para la determinación de sulfatos.**



Fuente: Elaboración propia

❖ **Alcalinidad: Método Volumétrico**

Se ajustó la temperatura de la muestra a la temperatura ambiente, luego se pipeteó 50 mL de muestra en un erlenmeyer manteniendo la punta de la pipeta cerca del fondo del matraz. Se adicionó 2 a 3 gotas de indicador fenolftaleína y se tituló con ácido sulfúrico 0.02 N hasta la desaparición de color. Se anota los mL de solución titulante consumidos, para determinar:

$$\text{Acidez como mg CaCO}_3/\text{L} = \frac{A \times N \times 50 \times 1000}{\text{ml de muestra}}$$

A = mL de ácido sulfúrico gastados en la titulación

N = normalidad del ácido sulfúrico

❖ **Acidez: Método Volumétrico**

Se ajustó la temperatura de la muestra a la temperatura ambiente, luego se pipeteó 100 mL de muestra en un matraz erlenmeyer de 250 mL manteniendo la punta de la pipeta cerca del fondo del matraz, se añadió 3-5 gotas de indicador de fenolftaleína.

- Se tituló con solución NaOH 0.02N sobre una superficie blanca hasta conseguir un cambio de color rosado persistente característico del punto equivalente. Se anota los mL de solución titulante consumidos, para determinar:

$$\text{Acidez como mg CaCO}_3/\text{L} = \frac{A \times N \times 50000}{\text{ml de muestra}}$$

A = mL de hidróxido de sodio gastados en la titulación

N = normalidad del hidróxido de sodio

❖ **Relación de Adsorción de sodio (RAS):**

Se determinó de la siguiente manera:

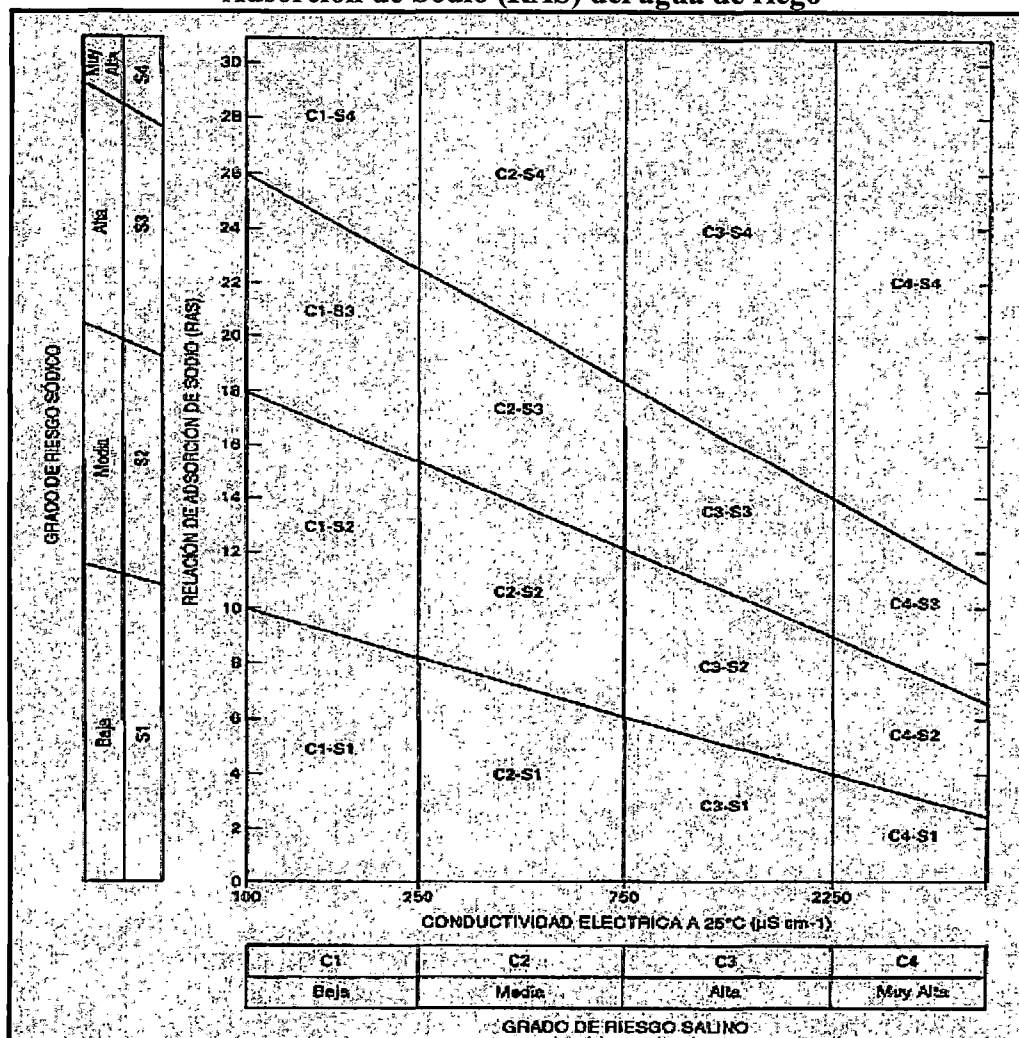
$$RAS = \frac{\text{Cloruros}(mg/L)/35.5}{\text{Dureza}(mg/L)/50}$$

Fuente: FAO, 1971

❖ **Clasificación de salinidad (relación entre la conductividad eléctrica y la relación de adsorción de sodio) :**

Para esta clasificación es indispensable determinar la conductividad eléctrica y la adsorción de sodio, hallado estos valores, se ubican en la tabla de clasificación de salinidad (ver Figura N° 3), para ver el grado de riesgo sódico y determinar el uso de aguas para riego según la FAO, 1971.

**Figura N° 3: Clasificación de las aguas según la salinidad CE y Relación de Adsorción de Sodio (RAS) del agua de riego**



Fuente: Blasco y de la Rubia, 1973.

**Tipos Calidad y normas de uso**

**C1** Agua de baja salinidad, apta para el riego en todos los casos. Pueden existir problemas sólo en suelos de muy baja permeabilidad.

**C2** Agua de salinidad media, apta para el riego. En ciertos casos puede ser necesario emplear volúmenes de agua en exceso y utilizar cultivos tolerantes a la salinidad.

**C3** Agua de salinidad alta que puede utilizarse para el riego de suelos con buen drenaje, empleando volúmenes de agua en exceso para lavar el suelo y utilizando cultivos muy tolerantes a la salinidad.

**C4** Agua de salinidad muy alta que en muchos casos no es apta para el riego. Sólo debe usarse en suelos muy permeables y con buen drenaje, empleando volúmenes en exceso para lavar las sales del suelo y utilizando cultivos muy tolerantes a la salinidad.

**S1** Agua con bajo contenido en sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos. Sin embargo, pueden presentarse problemas con cultivos muy sensibles al sodio.

**S2** Agua con contenido medio en sodio, y por lo tanto, con cierto peligro de acumulación de sodio en el suelo, especialmente en suelos de textura fina (arcillosos y franco-arcillosos) y de baja permeabilidad. Deben vigilarse las condiciones físicas del suelo y especialmente el nivel de sodio cambiante del suelo, corrigiendo en caso necesario

**S3** Agua con alto contenido en sodio y gran peligro de acumulación de sodio en el suelo. Son aconsejables aportaciones de materia orgánica y empleo de yeso para corregir el posible exceso de sodio en el suelo. También se requiere un buen drenaje y el empleo de volúmenes copiosos de riego.

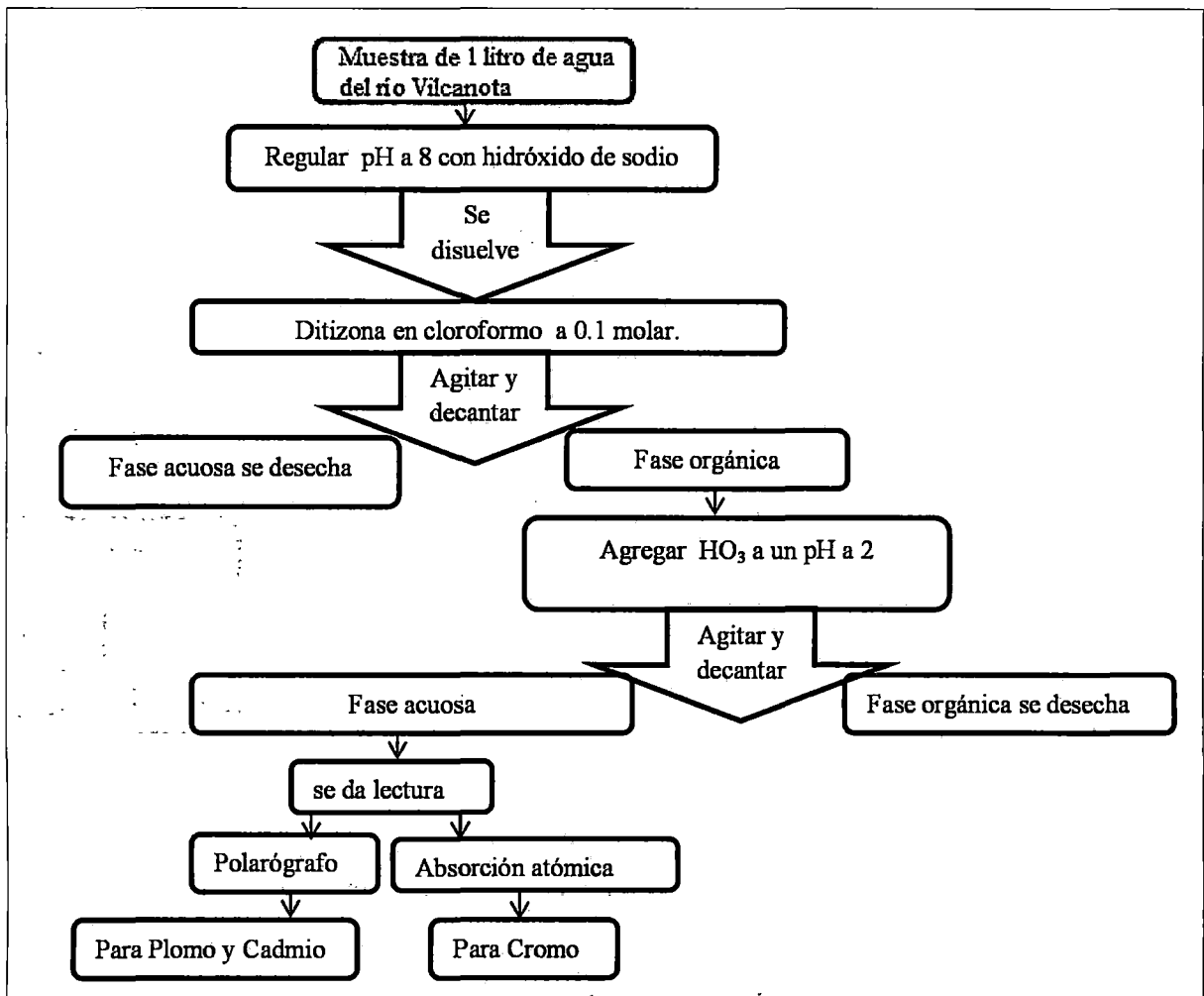
**S4** Agua con contenido muy alto de sodio. No es aconsejable para el riego en general, excepto en caso de baja salinidad y tomando todas las precauciones apuntadas.

❖ **Metales pesados:** Para la determinación de estos parámetros se utilizaron los métodos normalizados según American Public Health Association (APHA) American Water Works Association (AWWA), Water Pollution Control Federation (WPCF), 2005. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio privado de AQUALAB Cusco.

➤ **Parámetros analizados:**

- **Plomo:** Método de Polarografía.
- **Cromo :** Método de Absorción Atómica
- **Cadmio:** Método de Ditizona.

**Diagrama de Flujo N° 4: Procedimiento para la determinación de metales pesados en aguas del río Vilcanota**



Fuente: WPCF, 2005

## **b. Análisis Bacteriológico de agua del río Vilcanota**

### **Toma de muestra:**

Para obtener las muestras de aguas y su respectivo análisis físico-químico se consideró el Protocolo Nacional de Monitoreo de la calidad en cuerpos naturales de agua superficial, establecido por la Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2011).

- Se utilizaron frascos de vidrio de 250mL esterilizados y rotulados, llevados hasta el lugar de muestreo en las mejores condiciones de higiene.
- Los frascos no se abrieron hasta el momento del muestreo y no fueron enjuagados con agua de la muestra, se destapo al menor tiempo posible, evitando el ingreso de sustancias extrañas que pudieran alterar los resultados.
- Se evitó tocar el interior de los frascos o la cara interna del tapón, sujetando esta con la mano mientras se realizaba el muestreo, sin colocarlo sobre algún material que lo pueda contaminar.
- Se sumergió el frasco boca abajo a una profundidad aproximada de 20 a 30 cm, tras lo cual se giró de manera que la boca apunte hacia la corriente, evitándose el contacto con la orilla o el lecho.
- Se dejó una porción del recipiente sin llenar (1/4 de frasco), de manera que el aire contenido en esa zona asegure un adecuado suministro de oxígeno para los microorganismos que lo necesiten hasta el momento del análisis.
- Se refrigeró a 4°C en un intervalo de 6 a 24 horas y trasladarlo a las instalaciones del laboratorio Sersalud Cusco, donde se realizaron los respectivos análisis.

### **➤ Parámetros analizados**

Los parámetros analizados fueron aquellos indicados por el ministerio del ambiente (MINAM), para monitoreo de cuerpos de aguas naturales continentales en la categoría 3, por tratarse de aguas naturales, con uso potencial para la agricultura y ganadería, siendo necesario realizar el recuento de Coliformes totales y termotolerantes en aguas superficiales: el método aplicado fue Número más Probable o NMP mediante la técnica



de fermentación en tubos múltiples recomendada por el APHA y los Standard Methods. (APHA, 2005).

Con los resultados que se obtuvo según los análisis físico-químicos y bacteriológicos en aguas, estos datos se compararon con los Estándares de Calidad Ambiental para agua en la categoría 3, tanto para riego de vegetales de tallo bajo, tallo alto y bebida de animales, donde se encuentra catalogado el río Vilcanota, según los cuadros N° 1, 2 y 3.

### 3.2.2.2 Análisis de lixiviados

#### Puntos de muestreo

Para establecer los puntos de muestreo, se realizó la identificación de la acumulación de líquidos con características propias de lixiviados, los cuales por lo general se encontraron ubicados al perímetro de los botaderos. En el cuadro N° 19, se muestra los puntos de muestreo y su descripción.

**Cuadro N° 19: Ubicación de puntos de muestreo de lixiviado de botaderos**

Nro.	Puntos de muestreo	Descripción	Coordenadas UTM	
			Este	Norte
1	Pisac	Lixiviado del botadero Matara (Pisac)	19 192666	85 13204
2	Coya	Lixiviado del botadero Playachayoc (Coya)	19 18 5303	85 18562
3	Lamay	Lixiviado del botadero Campanachayoc (Lamay)	19 181360	85 22669
4	Calca	Lixiviado del botadero Kaytupampa (Calca)	19 180010	85 23565

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo

#### Toma de muestra:

- Para obtener las muestras de lixiviados y realizar los análisis físico – químicos respectivos, se obtuvo el volumen de 500 mL en frascos esterilizados, considerando tiempo mínimo (24 horas) transcurrido, desde

la toma de muestra y el análisis en laboratorio para evitar la alteración de los resultados, según los procedimientos establecidos por la American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (WWA) y Water Pollution Control Federation (WPCF).

- El muestreo de lixiviados fue sólo una vez en época de lluvias (Febrero) para todos los parámetros analizados tanto físicos-químicos como bacteriológico, procesándose en total 20 muestras tal como se muestra en el cuadro N° 20.

**Cuadro N° 20: Número de muestras para el análisis físico-químico y bacteriológico de los lixiviados de botaderos**

Nro.	Puntos	Sólidos suspendidos.	DBO	DQO	Metales pesados	Bacteriológico.	Sub-total	Monitoreo		Total
								lluvias	Se-cas	
1	Pisac	01	01	01	01	01	05	01	-	05
2	Coya	01	01	01	01	01	05	01	-	05
3	Lamay	01	01	01	01	01	05	01	-	05
4	Calca	01	01	01	01	01	05	01	-	05
<b>Total</b>	-	04	04	04	04	04	20		-	20

Fuente: Elaboración propia.

#### **a. Análisis físico-químico de lixiviados**

##### **➤ Parámetros analizados**

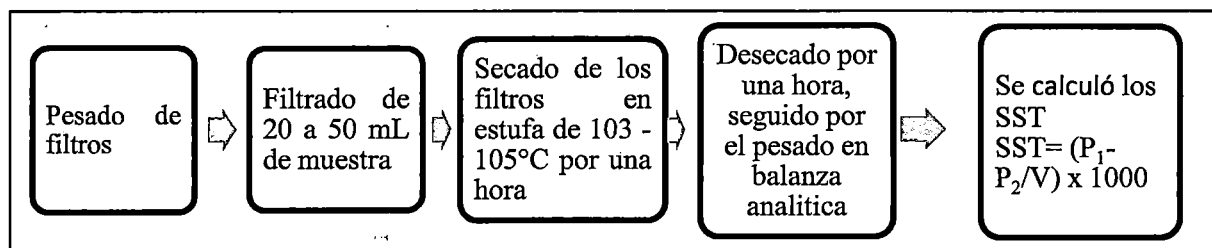
Los parámetros analizados fueron aquellos propuestos por el ministerio del ambiente (MINAM, 2009), para efluentes provenientes de residuos sólidos de rellenos sanitarios, por tratarse de lixiviados provenientes de la descomposición de residuos de un botadero a cielo abierto, los cuales deberían ser tratados y manejados, ya que estaría generando efectos negativos en el recurso suelo y cuerpos de agua cercanos, estos recursos en su posterioridad después del cierre del botadero, serán de uso potencial para la agricultura y ganadería. Para determinar estos parámetros se utilizaron los siguientes métodos en el laboratorio de la Facultad de Química de la UNSAAC.

❖ **Temperatura (°C):** Método directo en campo (termómetro).

❖ **pH:** Método electrométrico.

❖ **Sólidos en suspensión mg/l:** Se realizó por el Método gravimétrico, que consistió en la colecta de agua en botellas de plástico de 1L de capacidad y se transportaron en cadena fría a 4°C, hasta su procesamiento. Este método es el recomendado por el APHA con código 2540-F; para lo cual se usó un equipo de filtración al vacío y filtros de fibra de vidrio tipo Whatman 934AH, los volúmenes filtrados varían de 20 a 50mL dependiendo de la concentración de sólidos presentes en las muestras, estas cantidades fueron medidas en probetas graduadas. Para el pesado a los filtros se empleó una balanza analítica de una precisión de 0.001g. A continuación se presenta el diagrama de flujo del procedimiento empleado.

**Diagrama de Flujo N° 5: Procedimiento para la determinación de sólidos en suspensión.**



Fuente: Elaboración propia

Donde:

SST = Sólidos totales en suspensión

P<sub>1</sub> = Peso inicial

P<sub>2</sub> = Peso final

V = Volumen filtrado

❖ **Demanda Bioquímica de Oxígeno:** Método de Winkler con dilución.

❖ **Demanda Química de Oxígeno:** Método de reflujo con dicromato de potasio.

❖ **Metales pesados:** Para la determinación de estos parámetros se utilizaron los métodos normalizados según American Public Health Association (APHA) American Water Works Association (AWWA), Water Pollution Control Federation (WPCF), 2005. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio privado de AQUALAB Cusco.

➤ **Parámetros analizados:**

- **Plomo:** Método de Polarografía.
- **Cromo :** Método de Absorción Atómica
- **Cadmio:** Método de Ditizona.

**b. Análisis Bacteriológico de lixiviados.**

➤ **Toma de muestra**

La toma de muestra se realizó en frascos estériles de 250 mL, debidamente rotulados, dejando un espacio para la aeración, las que se trasladaron en cadena de frío a 4 °C, luego para ser procesadas dentro de las 24 horas luego del muestreo.

➤ **Parámetros analizados**

Los parámetros analizados fueron aquellos propuestos por el ministerio del ambiente (MINAM, 2010), para efluentes provenientes de residuos sólidos de rellenos sanitarios, por tratarse de lixiviados provenientes de la descomposición de residuos de un botadero a cielo abierto, los cuales deberían ser tratados y manejados, ya que estaría generando efectos negativos en el recurso suelo y cuerpos de agua cercanos, estos recursos en su posterioridad después del cierre del botadero, serán de uso potencial para la agricultura y ganadería, los parámetros son: Recuento de Coliformes Totales y termotolerantes .

El método empleado en el análisis fue Número más Probable o NMP mediante la técnica de fermentación en tubos múltiples recomendada por el APHA y los Standard Methods.

Con los resultados que se obtuvo según los análisis físico-químicos y bacteriológico en lixiviados, estos datos se compararon con los LMP (Límites Máximos Permisibles) propuestos por el MINAN 2009 para rellenos sanitarios, según el cuadro N° 5 para determinar si están dentro del rango apto.

### 3.2.3 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE SUELO DE BOTADEROS

#### 3.2.3.1 Puntos de muestreo

Se identificó los puntos de muestreo en cada botadero de los centros poblados, según el método del muestreo selectivo.

#### Muestreo selectivo

Consiste en escoger sitios para el muestreo en base a diferentes obvias o típicas características de suelo. Tales diferencias se determinan según experiencia del muestreador y generalmente incluyen factores tales como la visibilidad del área de un derrame de químicos, los cambios en color del suelo, las áreas de perturbación física anterior o las áreas sin vegetación o con vegetación muerta. En los estudios ambientales, el muestreo selectivo a menudo constituye la base de una investigación exploratoria (Ministerio de Energía y Minas, 2000).

En el cuadro N° 21 se muestra los puntos de muestreo con su correspondiente descripción y la frecuencia con la cual se realizó la colecta de las muestras para su respectivo análisis de parámetros físico-químicos y metales pesados en ambas épocas del año lluvias (Febrero) y secas (Junio).

**Cuadro N° 21: Ubicación de puntos de muestreo de suelo por cada botadero**

Nro	Puntos de muestreo	Descripción	Monitoreo		Total de evaluaciones
			Lluvias	Secas	
1	Suelo Blanco (S.Bla)	Suelo ubicado a una distancia de 15m del botadero	01	01	02
2	Suelo Botadero (S.Bot)	Suelo ubicado del mismo botadero	01	01	02
3	Suelo Lixiviado (S.Lix)	Suelo ubicado del perímetro del lixiviado.	01	01	02
<b>Total</b>			<b>03</b>	<b>03</b>	<b>06</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo

En el cuadro N° 22 se detalla los puntos de muestreo y sus coordenadas en cada botadero de los centros poblados y también se ilustra en el mapa N° 2.

**Cuadro N° 22: Ubicación de puntos de muestreo de suelo en cada botadero**

Botadero	Puntos de muestreo	Coordenadas UTM	
		Este	Norte
Matara (Pisac)	S.Bla	19 192689	85 13196
	S.Bot	19 192689	85 13196
	S.Lix	19 192666	85 13204
Playachayoc (Coya)	S.Bla	19 185302	85 18547
	S.Bot	19 185303	85 18557
	S.Lix	19 185303	85 18562
Campanachayoc (Lamay)	S.Bla	19 181362	85 22698
	S.Bot	19 181374	85 22684
	S.Lix	19 181360	85 22669
Kaytupampa (Calca)	S.Bla	19 179965	85 23520
	S.Bot	19 179998	85 23569
	S.Lix	19 180010	85 23565

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo.

➤ **Toma de muestra:**

- Se escarbó con un pico una poza de forma cuadrada aproximadamente 30 cm de profundidad para recolectar en un recipiente porciones de tierra de modo que sean prismas uniformes de suelo, esto se consigue eliminando los bordes laterales y cuidando de que tome igual espesor, tanto de la capa superficial como de la capa inferior, todo ello con una pala (plana y cuadrada), colectando así una muestra de suelo de 1 kg aproximadamente.
- Se recolectó en bolsas plásticas debidamente envueltas y etiquetadas, siempre considerando tiempo mínimo (24 horas) transcurrido para evitar la pérdida de humedad.
- En el cuadro N° 23 se muestra la frecuencia con la cual se realizó la colecta de las muestras en cada botadero de los centros poblados, para su respectivo análisis de parámetros físico-químicos y metales pesados en ambas épocas del año lluvias (Febrero) y secas (Junio). El total de muestras analizadas fueron 24.

**Cuadro N° 23: Número de muestras para el análisis físico-químico y metales pesados en suelos.**

Nro	Puntos de muestreo	Numero de muestras en cada Botadero					Monitoreo			Total (Sub-total, total de evaluaciones)
		Matara (Pisac)	Playachayoc (Coya)	Campanachayoc (Lamay)	Kaytupampa (Calca)	Sub-total	Lluvias	Secas	Total de evaluaciones	
1	S.Bla	01	01	01	01	04	01	01	02	08
2	S.Bot	01	01	01	01	04	01	01	02	08
3	S.Lix	01	01	01	01	04	01	01	02	08
<b>Total</b>	-	<b>03</b>	<b>03</b>	<b>03</b>	<b>03</b>	<b>12</b>				<b>24</b>

Fuente: Elaboración propia.

**a. Análisis físico-químico de suelos:**

➤ **Parámetros analizados**

Los parámetros analizados fueron aquellos indicados por el ministerio del ambiente (MINAM) y el ministerio de agricultura, para Suelo aplicables a todo proyecto y actividad, en el cual pueda generar riesgos de contaminación del suelo en su emplazamiento y áreas de influencia, por tratarse de suelos, que en sus proximidades existe sembríos, y en su posterioridad después del cierre del botadero, estos suelos podrán ser recurso potencial para la agricultura. Para la determinación de estos parámetros se consideró la metodología estandarizada según AOAC (Association of Official Agricultural Chemist), los cuales se desarrollaron en el laboratorio de la Facultad de Química UNSAAC.

❖ **Nitrógeno total:** Método de Kjeldalh.

- Se pesó 10g de suelo.
- Se agregó 30 mL de agua destilada.
- Se agregó 10 mL de ácido sulfúrico.
- Se agregó 0.5g de catalizador y 0.5g de sulfato de sodio.
- Hervir hasta que la muestra se decolore completamente.



### **Etapas de destilación**

- Se conectó el módulo de destilación con arrastre de vapor.
- Se traspasó la muestra digestada.
- Se agregó 20 mL de hidróxido de sodio.
- Se recibió el amoníaco desprendido por arrastre de vapor en 10 mL de solución de ácido bórico durante 10 minutos.
- El ácido bórico debe contener 2 a 3 gotas de indicador.
- Se procedió a la titulación del ácido bórico donde se ha recibido el destilado utilizando ácido sulfúrico 0.01 M como titulante.
- El cálculo del contenido de nitrógeno se realizó por estequiometría.

❖ **Fosforo disponible:** Método Molibdato de Amonio. Se pesó 10g de suelo y agregó 30mL de agua destilada. Se tomó con pipeta 5 mL de cada disolución de trabajo patrón de fosforo (esto es: 0, 5, 10, 20, 25, 30 y 35  $\mu\text{g}$  de P) y se ponen dentro de un vaso (ó en un matraz Erlenmeyer de 100 mL). Se añade 1 mL de ácido sulfúrico, aproximadamente 1,5 M, y se agitó la disolución para favorecer el desprendimiento del  $\text{CO}_2$ . Se añaden 20 mL del reactivo del molibdato amónico del 0,15% m/v y 5 mL de la disolución de ácido ascórbico al 1,5% m/v se mezcla y se deja reposar durante 30 minutos para que se desarrolle el color. Se mide la absorbancia en una cubierta óptica de 10 mm, a 880 nm. El color es estable durante varias horas. Se construye un gráfico que relacione la absorbancia con los  $\mu\text{g}$  de P. Los valores de absorbancia deberían ser, aproximadamente, de 0 a 35  $\mu\text{g}$ , respectivamente. De igual modo se transfiere 5 mL de extracto de la muestra luego se adiciona los reactivos tal como se indica en el trabajo del patrón y finalmente se lee la absorbancia a 880 nm. Los cálculos se realizarán por estequiometría.

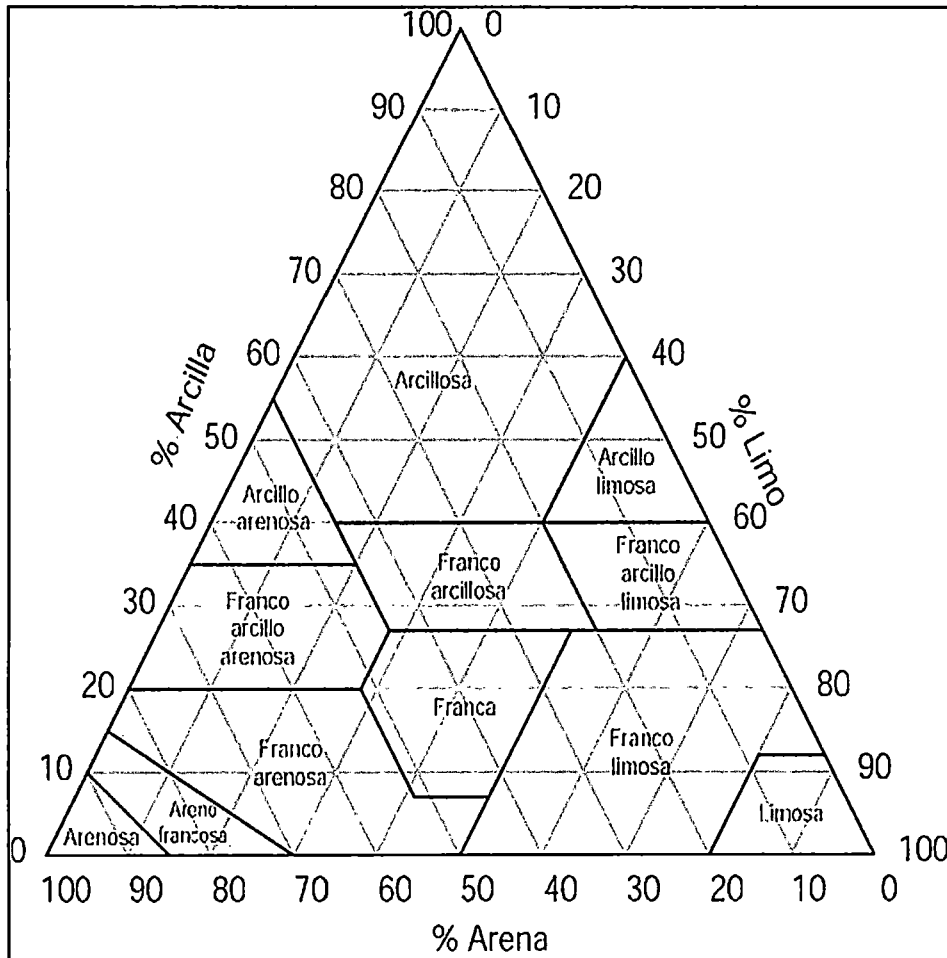
❖ **Potasio:** Método de Emisión, absorción atómica

- Se pesó 10 gr de suelo, se calcinó.
- Se agregó 2 mL de HCl 1:1 para disolver la ceniza.
- Se digestó suavemente por media hora.
- Se agregó agua destilada y hervir repetidas veces para evaporar el exceso de ácido.

- Se aforó a 50 mL.
  - Se llevó la muestra al equipo de emisión para leer la absorbancia para determinar la concentración del potasio.
- ❖ **pH:** Método potenciómetro (pHmetro).
- Se pesó 20g. de la muestra de suelo y colocarle en un vaso de 50 mL
  - Se añadió 20 mL de agua desionizada.
  - Se agitó durante un minuto con una varilla, la mezcla hasta formar una suspensión uniforme, dejarla en reposo media hora.
  - Se repitió la operación tres veces.
  - Antes de usar el pHmetro se calibró utilizando soluciones Buffer.
- ❖ **Textura:** Método de Densidad. La determinación de la textura está basada en el principio de la sedimentación. Este principio, consiste en que la velocidad de sedimentación de las partículas dispersadas y suspendidas en el líquido, depende del tamaño de las partículas.
- Se pesó cada una de las muestras, 250g que representará el 100% (con eliminado previo de las partículas mayores a 2mm de diámetro (grava)).
  - Se colocó la muestra en un vaso más agua hasta que la superficie del líquido quede 6 cm debajo del borde. Se agitó la dispersión durante 5 minutos con el agitador mecánico, se descartó el líquido para obtener el sedimentado.
  - Se llevó a secado la muestra, para su identificación textural, en arena (2 - 0.05mm de diámetro), limo (0.05-0.002 de diámetro), y arcilla (diámetros menores a 0.002mm), se pesa cada uno en forma individual y se obtiene los porcentajes respecto del total (250g)
  - Después de obtener el porcentaje de arcilla, limo y arena, se ubicó en el triángulo de USDA, se determinó la clase textural del suelo (ver Figura N° 4).

La definición de clases texturales básicas se observa gráficamente en el triángulo textural de USDA. El lado izquierdo representa el porcentaje de arcilla (0-100%), el lado derecho representa el limo (0-100%), en la base está representada la arena (0-100%), la clase textural se determina por la combinación de las tres fracciones.

**Figura N° 4: Triángulo textural de USDA**



Fuente: Porta, 2008

- ❖ **Materia Orgánica:** Método de incineración. Una determinación aproximada del contenido en materia orgánica del suelo se consigue mediante la calcinación en un horno de mufla y midiendo la pérdida de peso. Esta pérdida en la calcinación puede sobreestimar el contenido real, especialmente con los suelos arcillosos. Los grupos -OH de los minerales arcillosos, así como los oxohidróxidos de hierro y aluminio, y el hidróxido de aluminio, se deshidroxilan formando H<sub>2</sub>O y, por consiguiente, experimentando una pérdida de peso. La illita puede perder

agua estructural a temperaturas alrededor de 150- 250°C. El carbonato de calcio pierde CO<sub>2</sub> cuando se calienta a 550°C para formar CaO; por consiguiente, se seleccionó una temperatura tan baja como sea posible (400°C), que todavía se consiguió la oxidación de la materia orgánica. Se pesó aproximadamente 10g r ( $\pm 0.001$ ) de suelo secado al aire, tamizado a  $\leq 2$  mm, dentro de un vaso de precipitados de 100 mL secado en estufa y pesado exactamente. Se secó 105°C durante toda la noche, se enfrió en un desecador y se pesa el vaso de precipitados más la muestra. El vaso de precipitados se situó en un horno de mufla frío, se conectó éste y se calcinó a 400°C durante toda la noche. Se transfirió en una estufa 105°C durante 15 minutos, a continuación se dejó en un desecador hasta que se enfrió, antes de pesar el vaso de precipitados junto con el suelo calcinado.

❖ **Conductividad Eléctrica:** Método del Conductímetro.

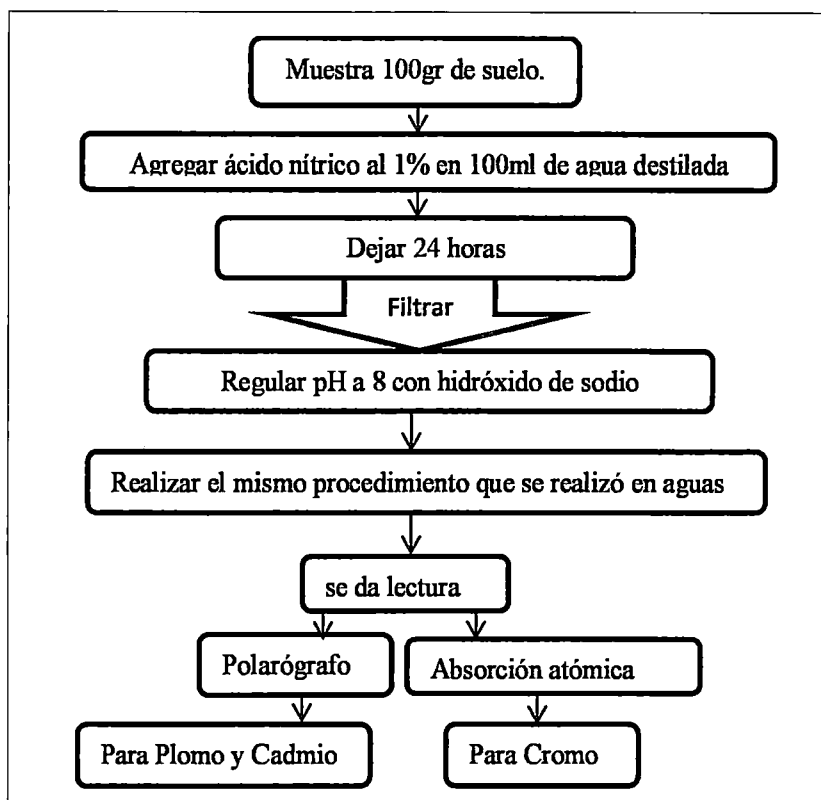
Se pesa 10 g de suelo y se le agrega 30 mL de agua destilada, utilizando un equipo denominado multiparámetro EC 500 (EXTECH), se determina la conductividad.

❖ **Metales pesados:**

Para la determinación de estos parámetros se utilizaron los métodos estandarizados según Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, las muestras fueron analizadas en el laboratorio privado AQUALAB Cusco.

- Plomo: Método de Polarografía
- Cromo: Método de Absorción Atómica
- Cadmio: Método de Ditizona.

**Diagrama de Flujo N° 6: Procedimiento para la determinación de metales pesados en suelos**



Fuente: AOAC, 2005

Con los resultados que se obtuvo según los análisis físico-químicos en suelos, estos datos se compararon con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos por D.S. 002-2013-MINAM (cuadro N° 4) y Valores estándar para fertilidad de suelos establecidos por el ministerio de agricultura en el cuadro N° 5.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1 CARACTERIZACIÓN Y CATEGORIZACIÓN DE LOS BOTADEROS A CIELO ABIERTO Y SU ÁREA DE INFLUENCIA EN LOS CENTROS POBLADOS DE PISAC, COYA, LAMAY Y CALCA.

##### 4.1.1 Características generales de los botaderos a cielo abierto y su área de influencia.

**Cuadro N° 24: Ubicación geográfica de los botaderos a cielo abierto en el área de estudio.**

Centro poblado	Botadero	Coordenadas UTM	
		Este	Norte
Pisac	Matara	19 2682	85 13196
Coya	Playachayoc	18 5306	85 18557
Lamay	Campanachayoc	18 1374	85 22684
Calca	Kaytupampa	17 9979	85 23585

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro N° 24 se observa la identificación de la ubicación geográfica de cada uno de los botaderos a cielo abierto de los centro poblados de Pisac, Coya, Lamay y Calca con sus respectivas coordenadas UTM, los cuatro botaderos del área de estudio se encuentran ubicados a la margen derecha del río Vilcanota, lo cual viene a ser peligroso porque podría estar afectando al recurso hídrico como edáfico ya que en la actualidad no existe área e infraestructura que sea adecuada para la eliminación de residuos sólidos municipales o rellenos sanitarios, tampoco existe tratamiento alguno, quemar y sotierren eventualmente en cada uno de estos botaderos.

**Cuadro N° 25: Ubicación de puntos críticos de residuos sólidos en los centros poblados en estudio**

CENTRO POBLADO	PUNTOS CRITICOS	Coordenadas UTM		Nro. puntos críticos	Porcentaje %
		Este	Norte		
Pisac	Río Vilcanota, frente al colegio	19 1041	85 14354	3	19
	Río Vilcanota, Prolongación calle Espinar	19 1192	85 14528		
	Río Vilcanota, Prolongación calle Grau	19 1163	85 14996		
Coya	Cuadra Final de la calle Manco Capac	18 6246	85 18316	5	31
	Parte posterior a la calle Manco Capac	18 6216	85 18356		
	Carretera antigua, altura de la calle Pachacuteg	18 5779	85 18279		
	Parte posterior del cementerio	18 6224	85 18167		
	Callejón de la Prolongación calle Espinar	18 5995	85 18208		
Lamay	Vía Calca-Cusco, altura de la calle Arequipa	18 3408	85 20738	2	12
	Vía Calca-Cusco, altura de la Prolongación calle Lima	18 3460	85 20641		
Calca	Margen derecha del Río Qqochoc. A lo largo de 250.0 m	18 0381	85 25164	6	38
	Puente sobre el Río Qqochoc. Calle Inclan	17 9576	85 25368		
	Puente sobre el Río Qqochoc. Avenida Vilcanota	17 9515	85 25233		
	Margen Derecha Río Vilcanota. Afluencia del Río Qqochoc.	17 9414	85 24948		
	Cementerio de Calca	18 0381	85 25164		
	Mercado	18 0177	85 25288		
<b>TOTAL</b>				<b>16</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 25, se observa la identificación de los diferentes puntos críticos (botaderos clandestinos) de residuos sólidos dentro de los centros poblados de Pisac, Coya, Lamay y Calca, se puede apreciar que en el centro poblado de Pisac se identificaron tres puntos de los cuales uno de ellos está ubicado frente a una institución educativa, para el centro poblado de Coya se identificaron cinco puntos

críticos, en Lamay dos y finalmente en el centro poblado de Calca seis puntos críticos, de estos los más resaltantes son dos puntos, ya que se encuentran ubicados cerca a cuerpos de agua; uno debajo del puente del río Qqochoc y otro en la afluencia del río del mismo nombre al río Vilcanota. Del total de puntos críticos identificados el 38% están ubicados en la localidad de Calca, a pesar de contar con mayor equipamiento en el área ambiental con relación a las demás municipalidades. El 31% de puntos críticos se ubican en el centro poblado de Coya, seguido del 19% en Pisac y 12% en Lamay. La existencia de todos estos puntos críticos es debido a la inadecuada gestión ambiental por parte de las autoridades, débil conciencia ambiental por parte de un sector de la población y por los problemas de cobertura del servicio de barrido de calles, recolección y disposición final.



**Cuadro N° 26: Área ocupada de los botaderos y distancia al centro poblado más cercano.**

<b>NOMBRE DEL BOTADERO</b>	<b>AREA OCUPADA</b>	<b>DISTANCIA AL CENTRO POBLADO MAS CERCANO</b>
Matara (Pisac)	1 500 m <sup>2</sup>	1 Km
Playachayoc (Coya)	700 m <sup>2</sup>	300 m
Campanachayoc (Lamay)	500 m <sup>2</sup>	150 m
Kaytupampa (Calca)	1 500 m <sup>2</sup>	200 m

Fuente-. Elaboración propia

Del cuadro N° 26, respecto al área ocupada por cada uno de los botaderos del área de estudio, los botaderos de Calca (Kaytupampa) y Pisac (Matara), presentan mayor área ocupada en la disposición final de residuos sólidos, debido a mayor producción per cápita de residuos que se vienen dando en estas localidades, del mismo modo estos botaderos se encuentran más distantes a la población. Sin embargo no dejan de ser una amenaza para la salud de las personas.

Por otro lado los botaderos de Coya (Playachayoc) y Lamay (Campanachayoc) se encuentran mucho más cerca a los centros poblados, sin embargo presentan menor área ocupada en la disposición final de sus residuos sólidos, debido al tamaño de población y producción total de residuos sólidos, que se vienen generando en la actualidad.

#### 4.1.2 Accesibilidad y uso potencial del terreno

**Cuadro N° 27: Accesibilidad y uso potencial del terreno.**

CENTRO POBLADO	NOMBRE DEL BOTADERO	ACCESIBILIDAD AL BOTADERO				PROPIETARIO DEL TERRENO OCUPADO	VIDA Y USO POTENCIAL DEL BOTADERO		
		Vía de acceso	Material vial	Distancia	Estado		Fecha de inicio	tiempo de vida	uso potencial del área ocupada
Pisac	Matara	Asfalto/Trocha carrozable	Cemento/tierra	2 km (10')	Activo	Estado	1997	16 Años	Forestal
Coya	Playachayoc	Asfaltado	Cemento	500 m	Activo	Estado	2002	11 Años	Faja Marginal
Lamay	Campanachayoc	Asfalto/Trocha carrozable	Cemento/tierra	1 km	Activo	Estado	2005	8 Años	Faja Marginal
Calca	Kaytupampa	Asfalto/Trocha carrozable	Cemento/tierra	2 km	Activo	Privado	1988	25 Años	Agrario

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 27, se observa que los botaderos de Pisac, Coya, Lamay y Calca, son accesibles ya que se encuentran ubicados a lado izquierdo de la carretera Cusco – Calca, con una distancia desde 150m a 1 Km desde los botaderos hasta el centro poblados más cercano. El material vial es asfalto en la mayor parte del trayecto y trocha carrozable solo unos metros.

El botadero de la localidad de Calca (Kaytupampa) viene funcionando desde el año 1988, convirtiéndose en el más antiguo del área de estudio, seguido del botadero de Pisac (Matara), Lamay (Campanachayoc) y Coya (Playachayoc).

Sin embargo el tiempo de vida de estos no influye en la mejora de la gestión ambiental con relación a este tema, además el terreno donde está ubicado el botadero de Calca es privado y anteriormente era utilizado con fines agrarios. Por otro lado la ubicación de los botaderos de Coya y Lamay se encuentran dentro de la faja marginal del río Vilcanota por ende estos terrenos pertenecen al estado. Sin embargo las Municipalidades distritales de estas misma no tienen la potestad de ubicar estos botaderos en esta área, sin previa autorización de la Autoridad Nacional del Agua, ya que se estaría incurriendo en una falta denominada obstrucción de los bienes asociados del agua, lo cual genera sanción administrativa desde 0.5 a 10.000 UIT (Ley de recursos hídricos Nro. 29338).

#### 4.1.3 Condiciones de operación

**Cuadro N° 28: Condiciones de Operación de los vehículos que trasladan los residuos sólidos.**

Características	Botadero					
	Pisac		Coya	Lamay	Calca	
<b>Tipo de vehículo</b>	Compactador	Compactador	Volquete	Volquete	Compactador	Furgoneta
<b>Marca</b>	Mazda	Volswagen	Internacional	Pegaso	Volswagen	Hyundai
<b>Capacidad</b>	3m <sup>3</sup>	10 m <sup>3</sup>	3 m <sup>3</sup>	6 TM	10 m3 ó 6.60 TM	0.7 a 1.0TM
<b>Estado Actual</b>	Regular	Bueno	Malo	Regular	Buena	Regular
<b>Número de Viajes por semana</b>	10	-	1	1	13	17
<b>Año de Fabricación</b>	1990	2008	1958	1985	2008	1996
<b>SOAT</b>	No	Vehículo nuevo	No	No	No	No
<b>Tarjeta de Propiedad</b>	No	Si	No	No	No	No
<b>Autorización</b>	No	No	No	No	No	No
<b>Personal</b>	1 conductor, 2 Ayudantes		1 conductor, 2 Ayudantes	1 conductor, 2 Ayudantes	1 conductor, 2 Ayudantes	

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro N° 28, la Municipalidad de Calca presenta dos vehículos, los cuales se encuentran operando y están en regular estado, no existiendo una buena compactación del vehículo compactador y la furgoneta no recoge su capacidad real, sin embargo son los vehículos que realizan mayor número de viajes en la recolección y disposición final de residuos sólidos, en comparación con las demás localidades del área de estudio, del mismo modo la Municipalidad de Pisac presenta dos vehículos compactadores uno nuevo y otro en estado regular.

Por otro lado los vehículos de Coya y Lamay, no vienen a ser compactadoras sino simples volquetes, e inclusive el camión de Coya se encuentra en malas condiciones, brindando el servicio una vez por semana con un personal mínimo: Un conductor y dos ayudantes para el recojo y la disposición final en cada una de estas localidades. Debiendo incrementarse el apoyo durante la disposición final para evitar el inadecuado manejo durante las descargas en los botaderos. Además, ninguno de estos vehículos presenta SOAT razón por la cual probablemente no se cuenta con autorización para la operación.

Durante la disposición final de los residuos sólidos, este mismo personal es quien realiza todo el trabajo con el apoyo de un tractor, el tiempo de soterrar los residuos sólidos depende de la gestión que se hizo para contratar el apoyo de esta maquinaria. Muchas veces se observa una deficiente organización y gestión, generándose focos de contaminación por el amontonamiento, descomposición, quemas, presencia de vectores, etc. Además que el personal de cada vehículo no cuenta con indumentaria adecuada de protección, durante todas estas etapas.

El método de recolección empleado es el de “parada fija”, por medio de una campana.

**Figura N° 5: Vehículo compactador Calca.**



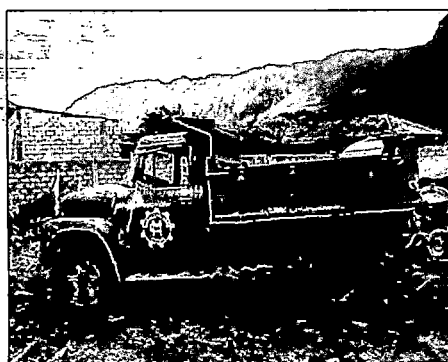
**Figura N° 6: Vehículo Furgoneta Calca.**



**Figura N° 7: Vehículos Camión de la localidad de Lamay.**



**Figura N° 8: Vehículo Camión de la localidad de Coya.**



**Figura N° 9: Vehículo compactador Pisac.**



#### 4.1.4 Evaluación y verificación de la situación del sistema de disposición final de residuos sólidos.

##### 4.1.4.1 Situación de los botaderos

**Cuadro N° 29: Situación de los botaderos.**

<b>CENTRO POBLADO</b>	<b>NOMBRE DEL BOTADERO</b>	<b>Localidad</b>	<b>SITUACION</b>
Pisac	Matara	Pisac	Activo
Coya	Playachayoc	Coya	Activo
Lamay	Campanachayoc	Lamay	Activo
Calca	Kaytupampa	Calca	Activo

Fuente: Elaboración Propia

De los cuatro botaderos identificados en el área de estudio todos se encuentran operando en la actualidad.

##### 4.1.4.2 Cobertura de Servicio

**Cuadro N° 30: Servicios de Limpieza en el área de estudio.**

<b>Centro poblado</b>	<b>Barrido</b>	<b>Recolección</b>	<b>Transporte</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Disposición Final</b>	
					<b>adecuado</b>	<b>inadecuado</b>
<b>Pisac</b>	Si	Si	Si	No	No	Si
<b>Coya</b>	Si	Si	Si	No	No	Si
<b>Lamay</b>	Si	Si	Si	No	No	Si
<b>Calca</b>	Si	Si	Si	No	No	Si

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro N° 30, se observa que la cobertura de los servicios de limpieza pública en la Provincia de Calca, se encuentra muy diferenciada, básicamente porque en la provincia el desarrollo de las actividades de limpieza pública se realiza de manera independiente, es decir cada distrito presenta autonomía en el manejo y gasto, por lo tanto existe marcadas diferencias en el sistema de disposición final de residuos sólidos que son generados, básicamente por el manejo que le brinda cada distrito. Asimismo se brindan servicios de limpieza pública en cada uno de los centros poblados, sin embargo la disposición final es de manera inadecuada.

#### 4.1.5 Características geofísicas del sitio

**Cuadro N° 31: Hidrología y vulnerabilidad del río Vilcanota dentro del Área de influencia.**

CENTRO POBLADO	NOMBRE DEL BOTADERO	HIDROLOGIA		VULNERABILIDAD		
		Distancia al río Vilcanota	Distancia a captaciones de agua	Zona de huaycos, derrumbes	Zona Inundable	Zona sísmica de fallas
Pisac	Matara	10.5 m	No presenta	Si	No	No
Coya	Playachayoc	3.0 m	No presenta	Si	Desborde	No
Lamay	Campanachayoc	10.0 m	No presenta	Si	Desborde	No
Calca	Kaytupampa	60.0 m	No presenta	Si	Desborde	No

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 31, se describe la distancia de los botaderos a los cuerpos de agua y la vulnerabilidad en el cual se podrían encontrar, los botaderos se encuentran ubicados a la margen derecha del río Vilcanota, el botadero de la localidad de Coya se encuentra ubicado en la misma faja marginal del río, solo a 3 metros de distancia cuyos residuos sólidos son arrastrados por desborde directamente al río durante la época de lluvias, además que solo a 10m aguas arriba se identificó un punto de vertimiento de aguas residuales de toda la población urbana de Coya. Del mismo modo se observa la ubicación de los demás botaderos a distancias muy cercanas del río Vilcanota, siendo ésta una de las causas más del deterioro del recurso hídrico, por otro lado no existe vulnerabilidad con relación a zonas sísmicas, pero si a huaycos y derrumbes INDECI (2010). Sin embargo con relación a inundaciones se pudo investigar que existen desbordes en época de lluvias a excepción del botadero de Pisac, ya que al perímetro de esta se han construido gaviones para la defensa ribereña.



#### 4.1.6 Efectos ambientales

**Cuadro N° 32: Efectos ambientales por disposición final de residuos sólidos**

<b>CENTRO POBLADO</b>	<b>NOMBRE DEL BOTADERO</b>	Polvo	Humo	Olor	Ruido	Paisajes	Afectación a otras actividades
Pisac	Matara	Si	Si	Si	Si	Si	Recreacional
Coya	Playachayoc	Si	Si	Si	No	Si	-
Lamay	Campanachayoc	No	Si	Si	No	Si	Agricultura
Calca	Kaytupampa	Si	Si	Si	Si	Si	Agricultura

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro N° 32 se observa los efectos que se vienen generando en los botaderos ubicados en las localidades de Pisac, Coya, Lamay y Calca. Se observa que la localidad de Pisac y Calca son las más afectadas, debido a los diferentes efectos que se generan por la disposición final de residuos sólidos, como son presencia de agentes contaminantes en el aire, por el ruido propiamente de las acciones mecánicas de los vehículos de transporte, olores propios de la descomposición y concentraciones de gases, humo por las quemas, polvo por la remoción de suelos y vientos, así mismo se ven alterados la flora, fauna. Del mismo modo se incide en la alteración paisajística derivados de la acumulación de residuos sólidos y excavación. Por otro lado, afecta indirectamente al turismo ya que la ubicación de cada uno de estos botaderos están a pie de carretera de la vía Cusco- Calca. Respecto a la afectación de otras actividades, los botaderos de Lamay y Calca, se ven afectados a nivel agrícola, ya que sus cultivos están al perímetro del botadero, generando la presencia de animales de pastoreo que ingresan a las chacras y la posible salinización de suelos por la presencia de lixiviados.

#### 4.1.7 Aspectos socioeconómicos y riesgos de salud

##### 4.1.7.1 Generación de residuos sólidos Hospitalarios del área de estudio

En el área de estudio se encuentran seis establecimientos de salud, uno en la Localidad de Pisac, dos en la localidad de coya y Lamay y finalmente tres establecimientos de Salud en la localidad de Calca. Razón por la cual la localidad de Calca presenta mayor generación de residuos sólidos Hospitalarios, ya que

además uno de sus establecimientos brinda el servicio de hospitalización.

Dentro del área de estudio, los establecimientos de salud indican que realizan una segregación en origen dentro de cada una de sus instalaciones, posteriormente estos residuos Hospitalarios son entregados en su totalidad al vehículo recolector de los residuos sólidos municipales.

Asimismo recalcan que los materiales punzocortantes son almacenados en un envase de plástico con alcohol, para después ser transportados a la ciudad del Cusco para su respectiva disposición final, sin embargo en el trabajo de campo se observó que no ocurre lo mencionado porque se ha encontrado estas agujas en los botaderos de residuos sólidos de cada localidad.

**Figura N° 10: Residuos hospitalarios entregados sin previa segregación.**



#### 4.1.7.2 Presencia de animales y vectores

**Cuadro N° 33: Presencia de animales en los botaderos.**

<b>NOMBRE DEL BOTADERO</b>	<b>Canes</b>	<b>Porcinos</b>	<b>Ovinos</b>	<b>Vacunos</b>	<b>Aves de corral</b>
Matara (Pisac)	18	33	6	–	–
Playachayoc (Coya)	6	8	21	1	–
Campanachayoc (Lamay)	8	6	10	2	5
Kaytupampa (Calca)	19	7	3	–	2

Fuente: Elaboración propia.

Durante el desarrollo del trabajo in situ se contabilizó el número de animales que recurren al botadero. Como se puede observar en el cuadro N° 33 se estima datos promedio de la presencia de animales. Con relación a canes hay mayor presencia en los botaderos de Matara y Kaytupampa. Por otro lado del total de animales

identificados, más del 50% de estos son de consumo humano (porcinos, ovinos, vacunos y aves de corral). Se identificó en promedio 33 porcinos en el botadero de Pisac, 21 ovinos en Coya, 2 vacunos en el botadero de Lamay y 5 aves de corral. Además durante las visitas a campo se identificó la presencia de vectores (roedores, mosquitos, zancudos), los cuales podrían ser transmisores de enfermedades, por consiguiente la presencia de estos vectores genera cada vez más molestias tanto directa e indirectamente en la población.

**Figura N° 11: Presencia de animales de consumo humano.**



#### 4.1.8 Situación de los segregadores de residuos sólidos

**Cuadro N° 34: Condición del segregador de residuos sólidos.**

CENTRO POBLADO	NOMBRE DEL BOTADERO	SEGREGADORES						
		Varón	Mujeres	Niños	Empadronados	Total	Asistencia social recibida	Condiciones laborales
Pisac	Matara	2	1	3	0	6	Ninguna	Informal
Coya	Playachayoc	–	3	2	0	5	Ninguna	Informal
Lamay	Campanachayoc	–	1	2	0	3	Ninguna	Informal
Calca	Kaytupampa	–	3	1	3	7	Esporádico	Informal

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro N° 34, respecto a las personas que se dedican a la segregación de residuos sólidos en los botaderos, solo el centro poblado de Calca cuenta con tres segregadores del género femenino debidamente empadronados, sin embargo estas personas realizan su trabajo de manera independiente sin ningún tipo de

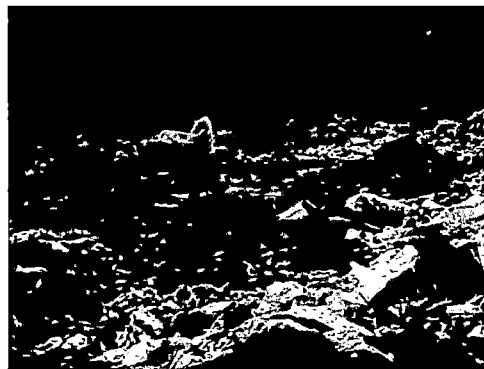
coordinación con la municipalidad, ya que ellos mismos compran su indumentaria de protección y buscan compradores para el material segregado, asimismo la asistencia social que reciben es muy esporádica, y las condiciones laborales de trabajo son malas debido a que solo utilizan guantes y botas. También indican que muchas veces se han visto afectados por materiales punzocortantes y no acuden al establecimiento de salud.

Por otro lado, en los botaderos de Pisac (Matara), Coya (Playachayoc), y Lamay (Campanachayoc), los segregadores son informales e independientes, se observó niños que segregan sin ningún tipo de seguridad, personas de la tercera de edad como es el caso del botadero de Pisac, que del mismo modo recolectan por contacto directo sin indumentaria de protección. Ninguna de las municipalidades toman cartas en el asunto, para formalizar la segregación de manera adecuada, brindar asistencia social, capacitación y sensibilización hacia todas estas personas involucradas.

**Figura N° 12: Segregador botadero de Pisac.**



**Figura N° 13: Segregador botadero Coya.**



**Figura N° 14: Segregador botadero de Lamay.**



**Figura N° 15: Segregador botadero de Calca.**

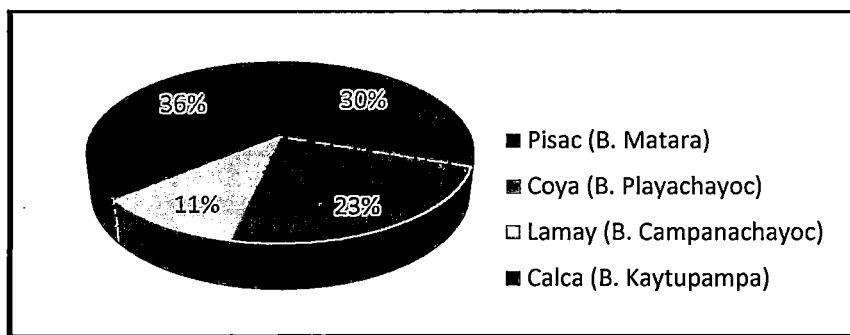


#### 4.1.9 Análisis de encuestas y entrevistas de la población afectada directa e indirectamente.

El análisis de encuestas presenta una determinada base de datos para la elaboración de gráficos y análisis respectivos, lo cual puede apreciarse en el anexo N° 02 del presente trabajo de investigación.

La población total de usuarios de los diferentes botaderos de los centros poblados de Pisac, Coya, Lamay y Calca para el presente estudio, es de 16,910 habitantes según el censo de población y vivienda para el año 2007, sin considerar a la población rural, por su ubicación dispersa y fuera de la ciudad.

**Gráfico N° 1: Población encuestada por área de influencia del botadero.**



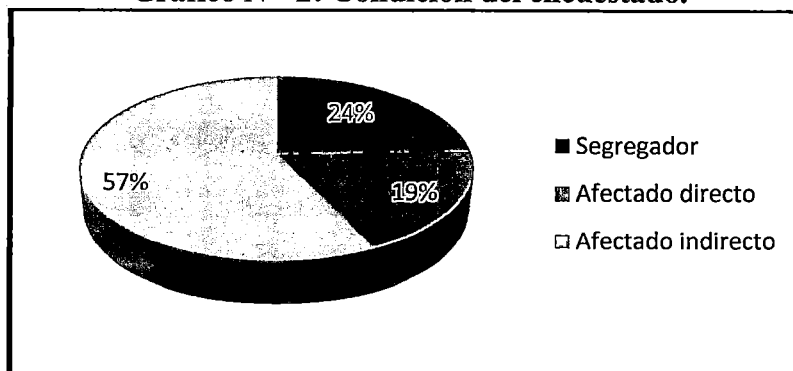
Fuente: Elaboración propia

Del gráfico N° 1 la población total encuestada fue de 86 personas, entre jefes de hogar, segregadores, transeúntes, pastores, y trabajadores, el mayor porcentaje de encuestados está presente en la localidad de Calca, colindante al botadero de Kaytupampa, debido a la presencia del mayor número de casas, seguido del 30% de la población de la localidad de Pisac que vive dentro del sector del botadero de Matara, el 23% de la población de Coya que vive colindante al Botadero de Playachayoc. y finalmente el 11% de la población de la localidad de Lamay que vive cerca al botadero de Campanachayoc.

De este total, el 40% de la población encuestada tiene una edad promedio entre 30 y 40 años, seguida de un 27 % con edades de 20 a 30 años y un 17% está conformado por niños y adolescentes.

El 33% de familias están integradas por 1 a 3 habitantes, 27% por 4 habitantes, asimismo se tiene un 23% y 13% de familias integradas de 5 a 7 habitantes, estas familias generalmente se dedican a la agricultura, pilado de maíz, segregación etc.

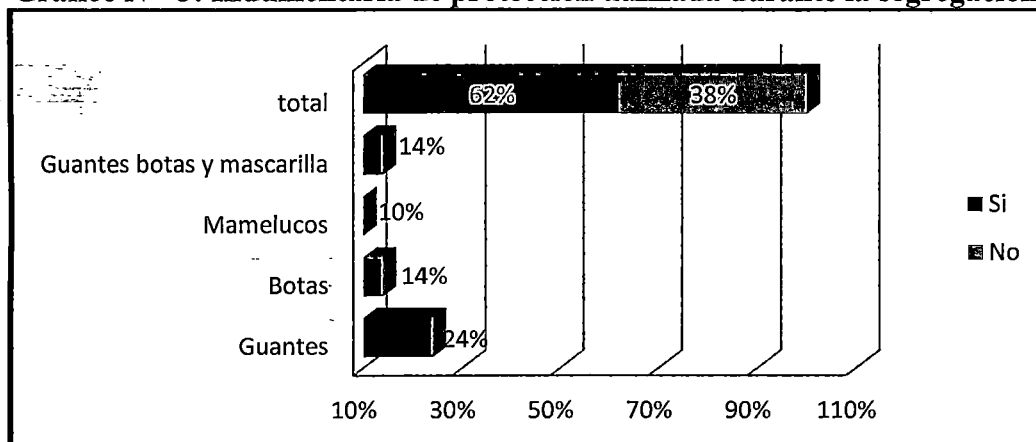
**Gráfico N° 2: Condición del encuestado.**



Fuente: Elaboración propia

Del gráfico N° 2, dentro del área de influencia, el 24% de las encuestas fueron aplicados a los segregadores de los cuatro botaderos, de los cuales solo 3 de ellos se encuentran empadronados para realizar actividades de segregación en el botadero de Kaytupampa. Sin embargo ninguno de este grupo cuenta con algún tipo de beneficios por parte de la Municipalidad Provincial. Por otro lado se tiene el 19% de encuestas aplicadas a los pobladores que toman la denominación de afectados directos (familias que viven colindante a los botaderos) y finalmente el 57% de las encuestas se aplicaron a pobladores que tienen la denominación de afectados indirectos (se consideró a las familias que habitan alrededor de 500m, transeúntes, pastores y trabajadores).

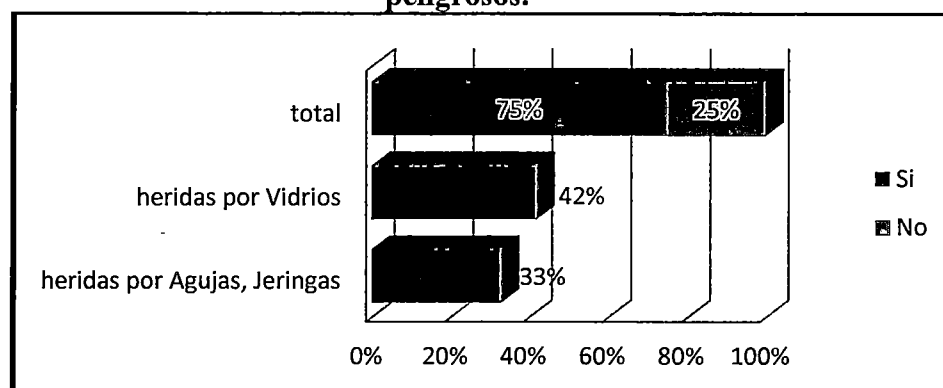
**Gráfico N° 3: Indumentaria de protección utilizada durante la segregación.**



Fuente: Elaboración propia

Del gráfico N° 3, los segregadores en su totalidad se encuentran consientes que esta actividad afecta su salud, razón por la cual el 62% de encuestados, indican que al momento de segregar los residuos sólidos utilizan diferentes medidas de bioseguridad, de este total el 24% indica solo el usos de guantes, el 14% afirma el uso de Guantes, botas y mascarilla, el otro 14% solo botas y finalmente el 10% indica el uso de mamelucos, Sin embargo in situ estas personas solo llevan botas y ninguna otra indumentaria de protección. Por otro lado el 38% de la población indica no utilizar ninguna medida de seguridad por falta de recursos económicos. Asimismo el 62% de los segregadores indican no haber recibido ningún tipo de charla de sensibilización, capacitación o asistencia social, ya que estos son trabajadores informales que no tienen ningún tipo de relación con la Municipalidad Provincial ni Distrital. Por otro lado el 38% de la población de segregadores indica si haber sido capacitadas en una sola oportunidad.

**Gráfico N° 4: Accidentes en los segregadores por la presencia de residuos sólidos peligrosos.**

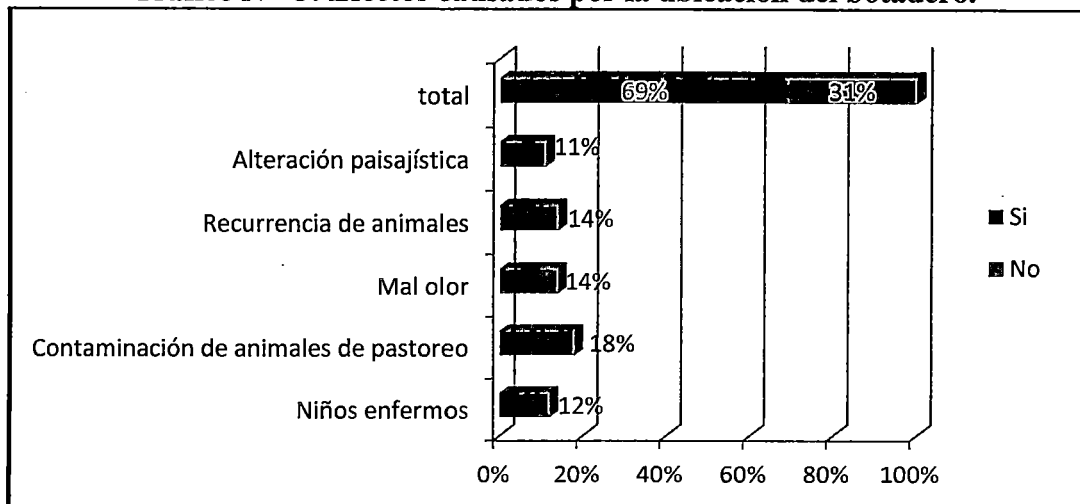


Fuente: Elaboración propia

Del gráfico N° 4, el 75% de los segregadores indican que al menos en una oportunidad han sido víctimas de accidentes por residuos sólidos peligrosos, de este total el 33% fue afectado por agujas hipodérmicas (debido a la presencia de residuos sólidos de tipo hospitalario) y el 42% ha sufrido heridas por cortes con vidrio tanto en los pies y manos. De todos estos casos solo tres fueron reportados a los establecimientos de salud, recibiendo las respectivas vacunas antitetánicas, y el resto no toma ninguna medida de contingencia.

Por otro lado el 25% indica no haber sufrido ningún accidente de esta índole, pero si se ven afectados por la picadura de moscas que les causa fiebres, dolores de cabeza. Del mismo modo han adquirido enfermedades a la piel, sarpullidos y hongos.

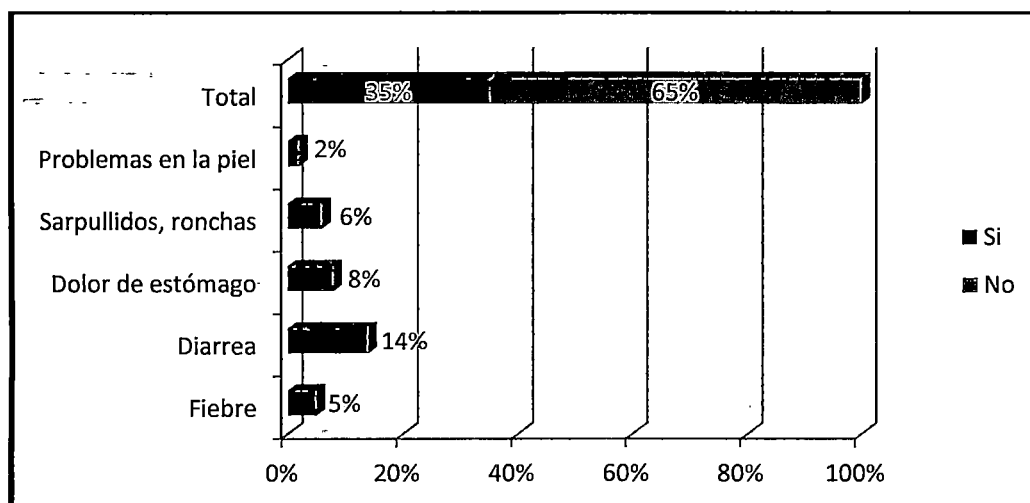
**Gráfico N° 5: Efectos causados por la ubicación del botadero.**



Fuente: Elaboración propia

Del gráfico N° 5, el 69% de la población encuestada es afectado por la ubicación del botadero, un 14% indica que tiene problemas con la recurrencia de animales como canes, que en algunas oportunidades han mordido a niños, y la picadura constante de mosquitos. Del mismo modo indican el deterioro del paisaje y malos olores. Finalmente el 12% de encuestados indican que sus niños contrajeron diferentes enfermedades estomacales y dérmicas, 31% indican no sentirse afectado por la ubicación del botadero.

**Gráfico N° 6: Riesgos en la salud por la ubicación del botadero.**

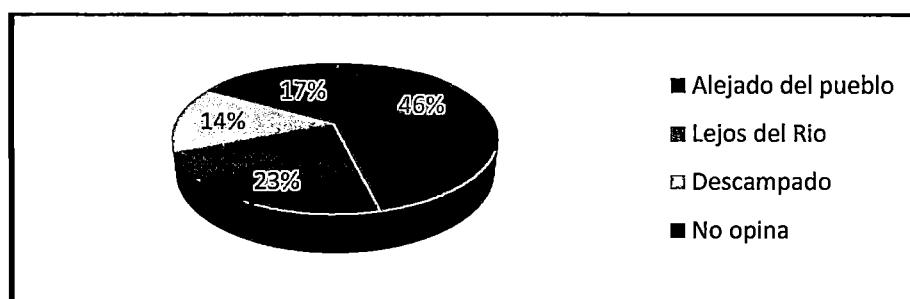


Fuente: Elaboración propia



Del gráfico N° 6, el 65% de la población encuestada indica que no han sido víctimas de transmisión de enfermedades por la ubicación del botadero, sin embargo el 22% de la población revela haber sido víctima de algunas enfermedades sobre todo diarreicas y dolores de estómago, por otro lado el 6% de este total indica problemas de escozor, sarpullidos y alergias. Razón por la cual piensan emigrar los próximos años y finalmente un porcentaje mínimo de fiebres.

**Gráfico N° 7: Opinión de la población para la ubicación de botadero.**



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 7, del total de la población encuestada, el 46% sugiere que el botadero debería estar ubicado lejos de la población para evitar los diferentes problemas que se están generando hasta este momento, el 23% indica que además de estar alejada de la población y ríos, y un 14% opina que la Municipalidad Provincial debería comprar un terreno descampado para este tipo de actividad.

#### 4.1.10 Calificación y Categorización de los botaderos

**Cuadro 35: Puntuación para la categorización de los botaderos**

Botaderos	Efectos negativos que ocasiona al ser humano. (60%)		Efectos negativos que ocasiona al ambiente. (40%)				Puntaje Total	Calificación (%)
	Cercanía a poblados /Viviendas (20%)	Aspectos socioeconómicos y riesgos a la salud (40%)	Tiempo de actividad del botadero (10%)	Características geofísicas de la zona (5%)	Cantidad de residuos y área que ocupa (10%)	Presencia de residuos peligrosos (15%)		Alto riesgo (71-100)
<b>Matara (Pisac)</b>	1.0	30.0	10.0	3.0	2.0	5.0	<b>51.0</b>	<b>Moderado riesgo</b>
<b>Playachayoc</b>	14.0	18.0	10.0	3.0	2.0	2.5	<b>49.5</b>	<b>Moderado riesgo</b>
<b>Campanachayoc (Lamay)</b>	14.0	13.0	8.0	3.0	2.0	2.5	<b>42.5</b>	<b>Moderado riesgo</b>
<b>Kaytupampa (Calca)</b>	14.0	25.0	10.0	3.0	2.0	5.0	<b>59.0</b>	<b>Moderado riesgo</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos del anexo N° 6.

En el cuadro N° 35, se observa que los cuatro botaderos del área de estudio, fueron categorizados de “Moderado riesgo” ya que sus calificaciones oscilan entre mayores a 31% y menores a 70%. El botadero del centro poblado de Pisac, fue calificado con un puntaje de 51%, debido a que la crianza de animales como ganado porcino es próxima a este botadero, y la actividad de segregación es continua, además de ser un botadero muy antiguo mayor a 10 años. El botadero del centro poblado de Coya, fue calificado con un puntaje de 49.5%, debido a que existe una cantidad mínima de arrojo de residuos Hospitalarios conjuntamente con residuos domésticos de pequeños establecimientos de salud, la presencia de vectores es mínima, sin embargo la presencia de animales como ganado ovino es frecuente en este botadero, además el botadero se encuentra ubicado próximo a viviendas colindantes. Por otro lado el botadero del centro poblado de Lamay, fue calificado con un puntaje de 42.5%, debido a que existe una cantidad mínima de arrojo de residuos Hospitalarios conjuntamente con residuos domésticos de pequeños establecimientos de salud. Finalmente el botadero del centro poblado de Calca, fue calificado con un puntaje de 59% en comparación a los demás, debido a que el botadero está considerado dentro de un tiempo de actividad mayor a 10

años además se encuentra colindante a viviendas periféricas y hay presencia de vectores (ratas, moscas) según la manifestación de los encuestados.

En el estudio realizado por la Municipalidad metropolitana de la ciudad de Lima (2009) en su estudio de características y categorización de diecinueve botaderos, se realizó la categorización de estos, respecto a las características establecidas por el MINAM y MINSAL. Categorizando del total, en siete botaderos con un bajo riesgo, doce con un moderado riesgo y se pudo constatar que no existe ningún botadero con alto riesgo. Respecto a los doce botaderos de moderado riesgo, fueron calificados así, por la presencia de actividades de segregación intensa, crianza de porcinos, abundante presencia de vectores, temperatura ambiental elevada y por la antigüedad del botadero. En comparación a la categorización de los botaderos de Matara (Pisac), Playachayoc (coya), Campanachayoc (Lamay) y Kaytupampa (Calca), calificados también de moderado riesgo, difieren por la presencia de residuos sólidos peligrosos de pequeños establecimiento de salud en cantidades mínimas y la ubicación de cada botadero está próximo a un curso de agua, sin embargo la temperatura ambiental es menor respecto a los botaderos ubicados en la ciudad de Lima.

## 4.2 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DEL AGUA DEL RÍO VILCANOTA Y LIXIVIADOS DE LOS BOTADEROS EN ESTUDIO.

### 4.2.1 Análisis Físico-químico del agua del río Vilcanota

Cuadro N° 36: Análisis físico-químico de aguas del río Vilcanota.

PARAMETROS	EPOCA											ECA Vege- tales	ECA Bebida Anima- les	FAO
	LLUVIAS						SECAS							
	BLANCO	PISAC	COYA	LAMAY	CALCA	Trib.CALCA	BLANCO	PISAC	COYA	LAMAY	CALCA			
Temperatura °C	16	14.6	15	16	16	15.5	15	15	15.1	15.2	15.1	-	-	-
Caudal m <sup>3</sup> /s	57.32	57.43	57.59	57.23	58.98	10.23	26.15	26.22	27.84	26.23	29.52	-	-	-
Ph	7.5	7.5	7.5	7.2	7.3	7.2	7.4	7.4	7.2	7.4	7.4	6.8-8.5	6.8-8.5	
Conductividad eléctrica uS/cm	626	607	606	607	544	205	1102	1104	1045	1102	840	<2000	<=5000	
OD mg/L	8.5	8.5	8.5	8.5	8.4	7.8	8.5	8.4	8.4	8.5	8.5	≥4	>5	
DBO mg/L	5	5	4.5	5	6	5	5	5.4	5	5	6	15	<=15	
DQO mg/L	10	8	8	8	11	8	10	11	10	10	11	40	40	
Dureza total CaCO <sub>3</sub> mg/L	320	260	260	250	240	150	550	550	600	450	310			75-150
Alcalinidad Total CaCO <sub>3</sub> mg/L	175	195	200	200	200	110	88	80	139	95	67			<150
Acidez total CO <sub>2</sub> mg/L	3.3	3.3	3.3	3.3	4.4	4.4	44	33	22	33	20	-	-	-
Cloruros Cl <sup>-</sup> mg/L	85	85	75	80	65	15	273	273	248	397	139			70-140
Sulfatos SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/L	140	60	50	45	45	40	450	450	450	340	230	-	-	-
RAS(relación de absorción del sodio)	1.4	1.5	1.3	1.5	1.1	0.25	3.2	3.2	5	5.2	2.2	-	-	-
Clasificación de salinidad (grado de riesgo sódico)	C <sub>2,S1</sub>	C <sub>2,S1</sub>	C <sub>2,S1</sub>	C <sub>2,S1</sub>	C <sub>2,S1</sub>	C <sub>1,S1</sub>	C <sub>3,S1</sub>	C <sub>3,S1</sub>	C <sub>3,S1</sub>	C <sub>3,S1</sub>	C <sub>3,S1</sub>			C <sub>1,S1</sub>
PLOMO mg/L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05	
CADMIO mg/L	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.01	
CROMO mg/L	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.1	1	

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 36, se observa los valores obtenidos de los parámetros físico-químicos de aguas del río Vilcanota dentro del área de estudio.

➤ **Temperatura**

La temperatura tiene gran importancia en el desarrollo de los diversos procesos del agua, de manera que el incremento de temperatura modifica la solubilidad de las sustancias, aumentando la de los sólidos disueltos y disminuyendo la de los gases (APHA, 2005). La temperatura en las estaciones de muestreo, varían de 14.6 a 16°C en ambas épocas del año, a diferencia del tributario en Calca cuya medida solo se obtuvo en época de lluvias con un valor de 15.5 °C.

➤ **Caudal**

El caudal en época de lluvias los valores son mayores y fluctúan entre 57.23 a 58.98 m<sup>3</sup>/s, las variaciones del caudal es debido al aporte de las precipitaciones y a las descargas de aguas residuales, en el tributario que solo se obtuvo el caudal en la época de lluvias resultó un valor de 10.23 m<sup>3</sup>/s. En época de secas los valores fluctúan entre 26.15 a 29.52 m<sup>3</sup>/s.

➤ **Conductividad**

Respecto a la conductividad eléctrica en las estaciones de muestreo a lo largo del río Vilcanota dentro del área de estudio, se observó que los niveles de conductividad registrados fluctúan entre 205 uS/cm a 626 uS/cm durante la época de lluvias, y en la época de secas fluctúa entre 840 uS/cm a 1104 uS/cm, encontrándose por debajo de los ECAs en época de lluvias y dentro de los ECAs para la época de secas, los cuales deben ser <2000 uS/cm para riego de animales y <=5000 uS/cm para bebida de animales, se presume que estas variaciones se dan por las precipitaciones y por la presencia de sólidos disueltos, ya que los niveles de conductividad en el agua están asociados a estos en forma de sales (Metcalf & Eddy, 1995).

➤ **Dureza total**

La dureza total se observa que en época de lluvias los valores analizados fluctúan entre 240 mg/L a 260 mg/L clasificándose como aguas duras, y en época de secas los valores van de 310mg/L a 600 mg/L tomando la denominación de aguas muy duras (Ministerio de salud del Perú, 2010) esto se debe a las variaciones del caudal ya que en época de secas el caudal disminuye por la ausencia de precipitaciones, por ende hay mayor concentración en las aguas del río y menor

dilución. Del mismo modo se puede apreciar que la dureza del agua va disminuyendo a medida que el río baja desde Pisac hasta la ciudad de Calca, esto permite suponer que en el curso del río se produce la precipitación de los carbonatos, así mismo la dilución por los tributarios. Finalmente en el punto de muestreo ubicado en el centro poblado de Coya los valores obtenidos son mayores respecto a los demás para ambas épocas del año (260 mg/L para lluvias y 600mg/L en secas).

➤ **Alcalinidad total**

La alcalinidad total está directamente ligada a mantener el equilibrio ácido básico del agua (Aenor, 1997), este parámetro presenta mayor valor durante la época de lluvias que de secas. Los valores de alcalinidad en las cuatro estaciones, durante la época de lluvias fluctúa entre 110 a 200 mg/L y en época de secas fluctúa entre 67 a 139 mg/L, de todos los valores en la época de lluvias solo el tributario de Calca es mediano riesgo, a comparación de los demás los cuales son de alto riesgo bajo respecto a la productividad en cuerpos de agua dulce, sin embargo en la época de secas la estación de Calca representa de bajo riesgo y las demás estaciones según los valores obtenidos se ubican en riesgo bajo respecto a la productividad en cuerpos de agua dulce. Estas variaciones se dan por el incremento de caudal en la época de lluvias por las precipitaciones constantes. Durante el recorrido a lo largo del área de estudio no varía significativamente, sin embargo en el punto de muestreo de Calca disminuye notablemente en época de secas de 200 mg/L a 67mg/L, lo cual significa que se ha producido el incremento de sulfatos por actividades antropogénicas como viene a ser la minería no metálica (con la operación de tractores al momento de remover la arena y piedra chancada).

➤ **Acidez total**

Con relación a la acidez total, en la época de lluvias para las estaciones de Calca y tributario los valores fueron similares de 4.4 mg/L, y para las demás estaciones se obtuvo valores similares de 3.3 mg/L, sin embargo los valores obtenidos en la época de secas fueron superiores al de lluvias, para todas las estaciones los valores fluctúan entre 20 a 44 mg/L, siendo el valor mínimo en la estación de Calca (20 mg/L).

➤ **Sulfatos**

Respecto a los sulfatos, en la época de lluvias los valores para las estaciones de Blanco (500m aguas arriba del botadero de Pisac), Pisac, Coya, Lamay, Calca y tributario de Calca, los valores fueron de 140, 60, 50, 45, 45, y 40 mg/L respectivamente, los mayores valores fueron en las estaciones de blanco y Pisac, a comparación de la época de secas donde los valores son mayores con 450, 450, 450, 340 y 230 mg/L para las estaciones de Blanco (500m aguas arriba del botadero de Pisac) , Pisac, Coya, Lamay, Calca respectivamente, esto debido a la extracción de material granulado para la construcción de viviendas con la que se produce la remoción de sulfatos de suelo. Mamani y Quispe (2013), realizaron la evaluación de las descargas de aguas residuales en el río Vilcanota, en cuyas estaciones de muestreo consideraron Calca, para la determinación de sulfatos, obteniendo como promedio para ambas épocas el valor de 44.9 mg/L, esta variación respecto al resultado obtenido en el presente estudio, difieren probablemente por la ubicación de los puntos de muestreo respecto a la ubicación de las descargas de aguas residuales del distrito de Calca.

➤ **Relación de Adsorción de Sodio (RAS)**

La determinación de la Relación de Adsorción de Sodio (RAS), lo cual indica la cantidad de sodio en el agua de riego, en relación con los cloruros/dureza (FAO, 1985), en la época de lluvias los valores fluctúan entre 0.25 a 1.5 y en época de secas son de 2.2 a

65.2, en ambas épocas la estación de Lamay, presenta los valores más alto respecto a las otras estaciones.

➤ **Clasificación de salinidad**

Respecto a la clasificación de salinidad, el cual indica grado de riesgo sódico para aguas de riego, en la época de lluvias, la mayoría de las estaciones se clasifican C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>(salinidad media y bajo contenido de sodio), indicando respecto a esta clasificación, estas aguas serian aptas para riego, sin embargo existe ciertos casos que podría ser necesario emplear volúmenes de agua en exceso y utilizar cultivos tolerantes a la salinidad, excepto el tributario de Calca el cual fue clasificado como C<sub>1</sub>S<sub>1</sub>, (baja salinidad y bajo contenido de sodio) indicando respecto a esta clasificación, estas aguas serían aptas para riego, sin embargo podría existir problemas sólo en suelos de muy baja permeabilidad, además podrían presentarse

problemas con cultivos muy sensibles al sodio. En la época de secas, todas las estaciones de muestro se clasifican C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> (salinidad alta y bajo contenido de sodio), indicando que puede utilizarse para el riego de suelos con buen drenaje, empleando volúmenes de agua en exceso para lavar el suelo y utilizando cultivos muy tolerantes a la salinidad, podrían presentarse problemas con cultivos muy sensibles al sodio.

➤ **Cloruros**

La concentración de cloruros en época de lluvias fluctúan entre 15 a 85 mg/L, todos los valores representan bajo nivel de toxicidad (<140mg/L) para aguas de riego según la FAO (2012), sin embargo para época de secas lo valores fluctúan entre 139 a 397 mg/L, la mayoría de estos valores representa moderado riesgo (140-350 mg/L) excepto el valor de la estación de Lamay cuyo valor es de 397 mg/L valor que estaría siendo considerado de riesgo alto (350 mg/L) para aguas de riego.

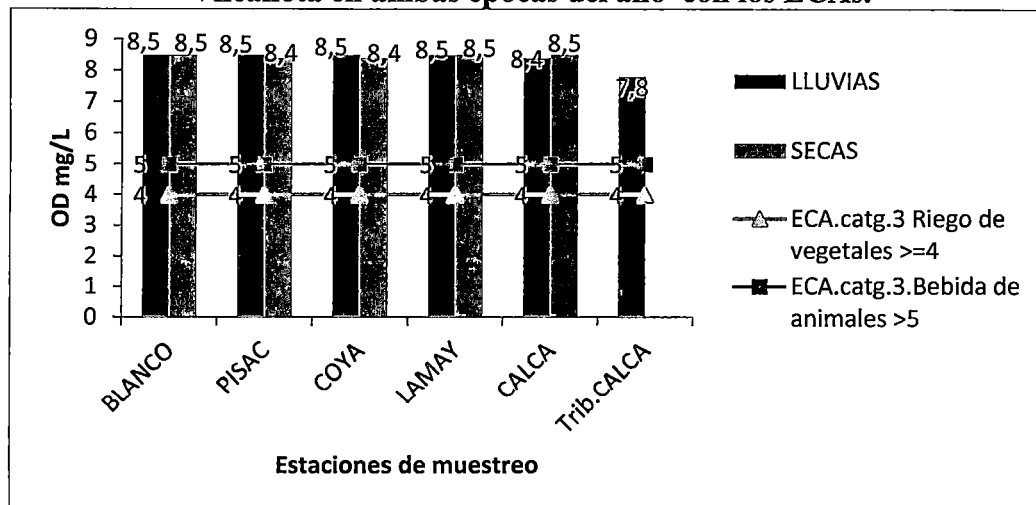
➤ **pH**

Los niveles de pH en los puntos de muestreo a lo largo del río Vilcanota del área de estudio fluctúa entre 7.3 a 7.5 de pH durante ambas épocas, ubicándose dentro de los estándares de calidad de Agua para la categoría tres (6.8 a 8.5 de pH) tanto para riego de vegetales como bebida de animales, asimismo los valores de pH pueden variar en función a la actividad fotosintética y las concentraciones de gas carbónico en el agua (Aenor, 1997). Por consiguiente respecto a este parámetro estas aguas se catalogarían como aptas para riego y bebida de animales.



➤ Oxígeno disuelto (OD)

**Gráfico N° 8: Comparación del oxígeno disuelto (OD) del agua del río Vilcanota en ambas épocas del año con los ECAs.**

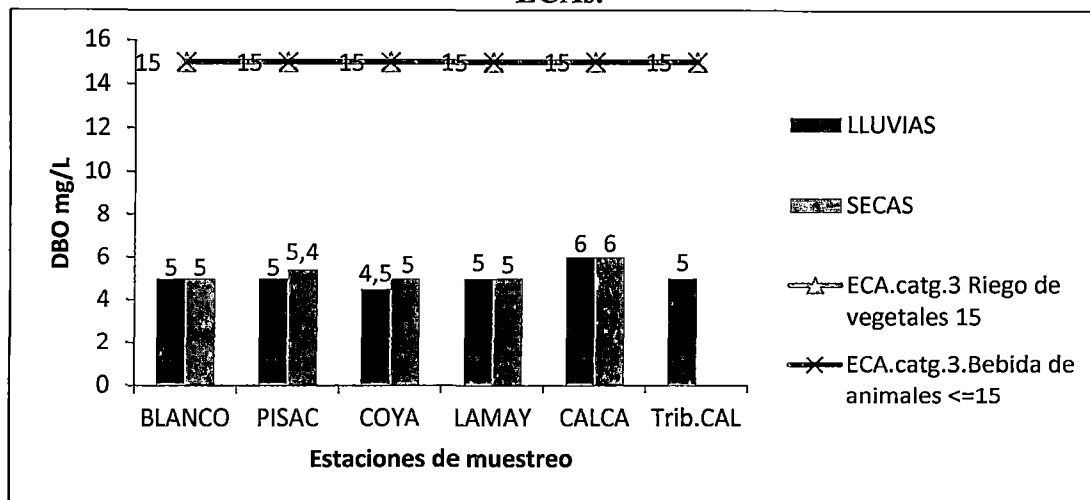


Fuente: Elaboración propia

El gráfico N° 8, ilustra la concentración de oxígeno disuelto presente para cada estación de muestreo del río Vilcanota del área de estudio. Los valores obtenidos fluctúan entre 7.9 mg/L a 8.5 mg/L para ambas épocas del año tanto lluvias como secas. Estos valores obtenidos cumplen con los ECAS según la categoría tres ( $\geq 4$  para riego de vegetales y  $> 5$  para bebida de animales) establecidos por el MIMAM, por consiguiente se puede afirmar según este parámetro que las aguas del río Vilcanota en este tramo, son aptas para el riego de vegetales y bebida de animales. Al comparar los valores obtenidos con los estudios realizados por la Autoridad Nacional del Agua, en el monitoreo del río Vilcanota (2011), donde los valores de OD obtenido fueron de 7.7 mg/L para Pisac y 5.46mg/L para Calca, estos valores en comparación a los valores de OD para Pisac y Calca en el presente estudio, se observa que existe variaciones en los valores, debido al caudal, turbiedad, ubicación del punto de muestreo y al método de análisis, en ese caso se empleó el método electrométrico y para el presente estudio el método de Winkler.

➤ **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)**

**Gráfico N° 9: DBO del agua del río Vilcanota para ambas épocas del año con los ECAs.**



Fuente: Elaboración propia

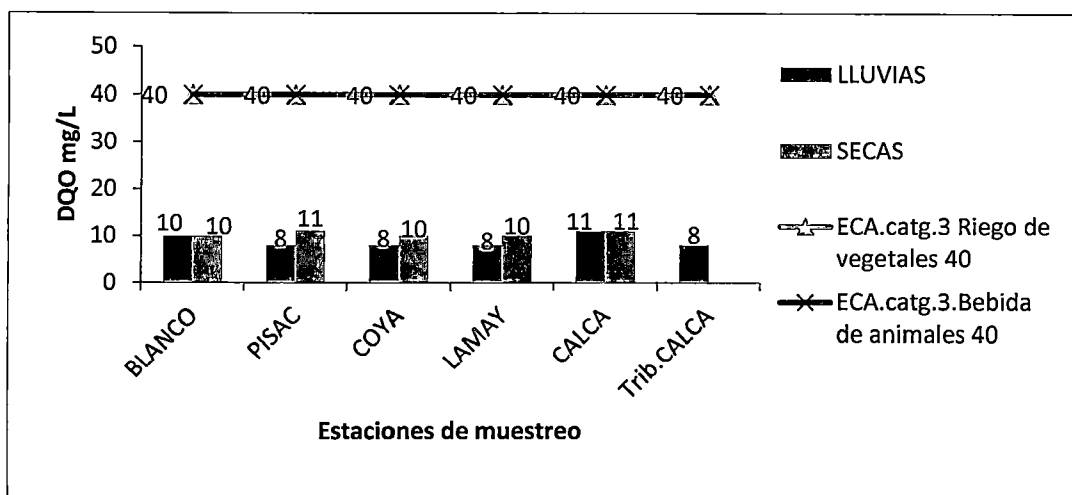
El gráfico N° 9, ilustra el comportamiento de la demanda bioquímica de oxígeno en cada uno de los puntos de muestreo del área de estudio para ambas épocas del año. Se observa que los valores de DBO fluctúan entre 4.5 mg/L a 6 mg/L tanto para la época de lluvias como secas, aunque existe una ligera variación de mayor concentración en época de secas esto debido a las variaciones de caudal.

Los resultados obtenidos para todos los puntos de muestreo evaluados no superan los ECA para aguas en la categoría tres ( $\leq 15$  mg/L) tanto para riego de vegetales como bebida de animales, notándose el poder de autodepuración del agua del río Vilcanota influenciada por la cantidad de oxígeno disuelto que interviene en la degradación de la materia orgánica. Por consiguiente respecto a este parámetro estas aguas son aptas para estas dos actividades.

La Autoridad Nacional del Agua, en el monitoreo del río Vilcanota (2011) en las estaciones de muestreo de Pisac y Calca, para la determinación de DBO obtuvieron los valores de 9 mg/L y 16 mg/L respectivamente, estas variaciones respecto con los resultados obtenidos en el presente estudio, difieren probablemente por la ubicación de los puntos de muestreo, temperatura y el caudal en que fueron tomadas estas muestras.

➤ **Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

**Gráfico N° 10: DQO del agua del río Vilcanota para ambas épocas del año con los ECAs.**



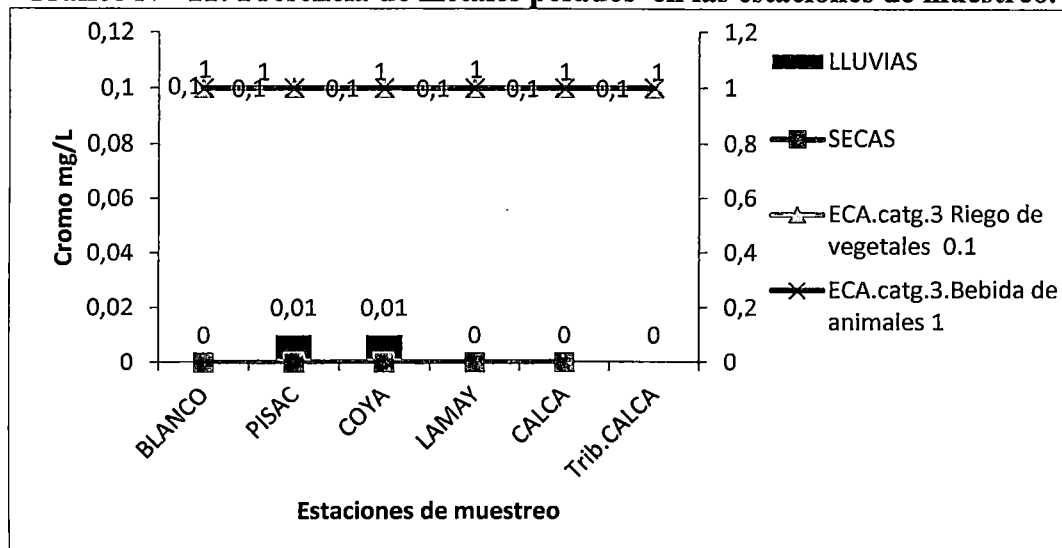
Fuente: Elaboración propia

El gráfico N° 10, ilustra la concentración de la demanda química de oxígeno en los puntos de muestreo de las aguas del río Vilcanota del área de estudio, los valores analizados fluctúan de 8mg/L a 11mg/L para ambas épocas del año tanto lluvias como secas. Estos valores obtenidos se encuentran por debajo de los estándares de calidad ambiental de agua en la categoría tres (40mg/L) por ende según estos parámetros son aptas para riego de vegetales y bebida de animales. Esto valores corroboran respecto a los valores de DBO indicando que existe poca cantidad de materia oxidable químicamente y la mayor parte es biodegradable.

Al comparar los valores obtenidos con los estudios realizados por la Autoridad Nacional del Agua, en el monitoreo del río Vilcanota (2011) en las estaciones de Pisac y Calca, para la determinación de DQO cuyos valores fueron de 15 mg/L (Pisac) y 32mg/L (Calca), estas variaciones respecto con los resultados obtenidos en el presente estudio, se observa que existe una diferencia notable de casi el doble para cada punto, estas variaciones probablemente se dan por la ubicación del punto de muestreo ya que en su metodología para la toma de muestra consideraron aguas abajo de vertimientos de aguas residuales.

➤ **Metales Pesados**

**Gráfico N° 11: Presencia de metales pesados en las estaciones de muestreo.**



Fuente: Elaboración propia

El gráfico N° 11, durante las dos épocas del año no se detectó en ninguna de las muestras de agua la presencia de plomo y cadmio.

Respecto a la presencia de cromo en las estaciones de muestreo, durante la época de lluvias se encontró con un valor de 0.01 mg/L en las estaciones del centro poblado de Pisac y Coya, estos valores obtenidos se presume que podrían ser por actividades peleteras y uso de detergentes, además estos valores se encuentran por debajo de los ECA para categoría 3, riego de vegetales (0.1mg/L) y ECA para categoría 3, bebida de animales (1mg/L) establecidos por el MINAM.

La Autoridad Nacional del Agua, en el monitoreo del tramo Pisac-Coya del río Vilcanota (2011), obtuvo resultados de cromo con un valor de 0.0276 mg/L, estas variaciones respecto con los resultados obtenidos en el presente estudio, difieren probablemente por la ubicación de los puntos de muestreo respecto a la ubicación de las descargas de aguas residuales.

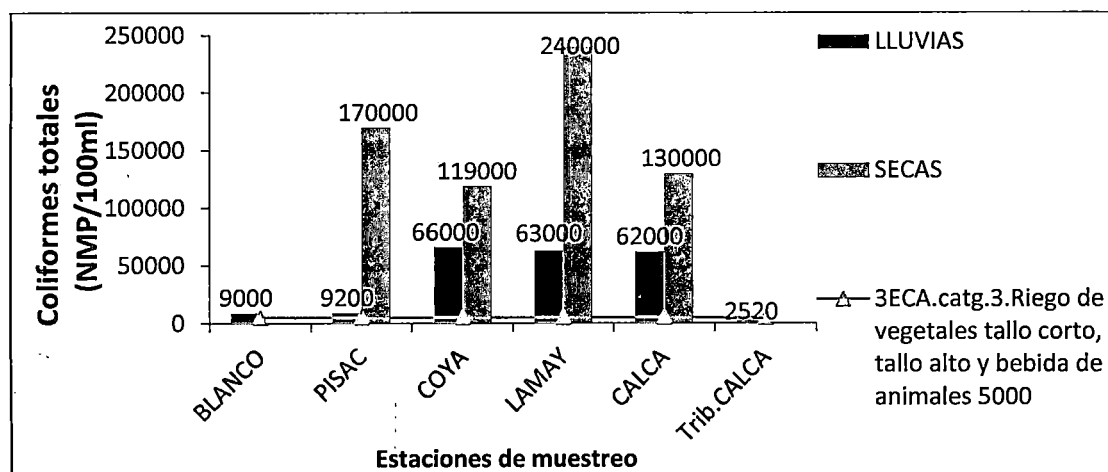
#### 4.2.2 Análisis Bacteriológico del agua del río Vilcanota

**Cuadro N° 37 Análisis bacteriológico del agua del río Vilcanota en las estaciones de muestreo**

Época	Estaciones	C. totales/100mL (37°C)	C. termotolerantes/100mL (44.5°C)
LLUVIAS	BLANCO	9 000	560
	PISAC	9 200	1 380
	COYA	66 000	9 300
	LAMAY	63 000	7 800
	CALCA	62 000	7 100
	Trib. Calca	25 20	93
SECAS	BLANCO	1 100	740
	PISAC	170 000	95 000
	COYA	119 000	2 600
	LAMAY	240 000	90 000
	CALCA	130 000	2 400
ECA Vegetales	Tallo bajo	5 000	1 000
	Tallo alto	5 000	2 000
ECA Bebida Animales		5 000	1 000

Fuente: Elaboración propia en base a datos de laboratorio 2013.

**Gráfico N° 12: Coliformes totales en aguas del río Vilcanota en las estaciones de muestreo.**



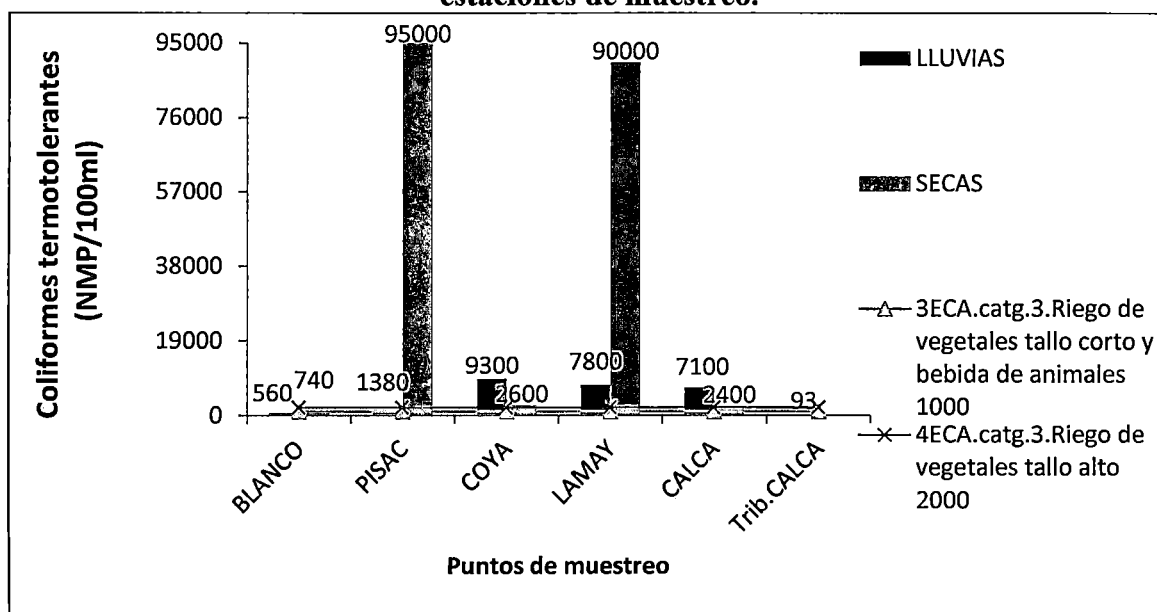
Fuente: Elaboración propia

Del gráfico N° 12, se observa que el número de Coliformes totales es superior en la época de secas que en lluvias, estos valores superan los Estándares de calidad ambiental para aguas de riego en la categoría tres (5000 NMP /100 mL), debido a las variaciones del caudal ya que en la época de secas el caudal disminuye por la ausencia de precipitaciones, por ende hay mayor concentración de Coliformes

totales en las aguas del río. La concentración de Coliformes totales para ambas épocas fluctúa entre 2520 NMP/100 mL a 240 000 NMP/100 mL siendo la mayor concentración en la estación del centro poblado de Lamay, indicando así mayor carga bacteriana ya que existen descargas de aguas residuales cerca al botadero por ende la presencia de estas bacterias hace que estas aguas sean peligrosas para el contacto con los seres vivos.

La Autoridad Nacional del Agua, en el monitoreo del río Vilcanota (2011) en Pisac y Calca, para la determinación de Coliformes totales en época de lluvias obteniendo los valores de 25 000NMP/100mL y 38 000NMP/100mL respectivamente, estas variaciones respecto con los resultados obtenidos en el presente estudio, difieren probablemente por la ubicación de los puntos de muestreo respecto a la ubicación de las descargas de aguas residuales de los centros poblados.

**Gráfico N° 13: Coliformes termotolerantes en aguas del río Vilcanota en las estaciones de muestreo.**



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 13, se observa que el número de Coliformes termotolerantes es superior en la época de secas que en lluvias al exigido por los ECAs para aguas de riego de vegetales tallo corto, bebida de animales (1000 NMP /100 mL) y vegetales de tallo alto (2000 NMP /100 mL), debido a las variaciones del caudal y

temperatura, ya que en época de secas el caudal disminuye por la ausencia de precipitaciones e incrementa la concentración en las aguas.

La concentración de Coliformes termotolerantes para ambas épocas del año fluctúa entre 93NMP/100 mL a 95 000 NMP/100 mL siendo ubicado el punto de muestreo de mayor concentración en el centro poblado de Pisac, esta característica hace que estas aguas sean sumamente peligrosas para el contacto con los seres vivos por ser transmisoras de patógenos que causan diversas enfermedades gastrointestinales,

Mamani y Quispe (2013), realizaron la evaluación de las descargas de aguas residuales en el río Vilcanota, en cuyas estaciones de muestreo consideraron Calca, para la determinación de Coliformes termotolerantes obteniendo como promedio para ambas épocas el valor de 90 000 000NMP/, esta variación respecto al resultado obtenido en el presente estudio, difieren probablemente por la ubicación de los puntos de muestreo respecto a la ubicación de las descargas de aguas residuales del distrito de Calca.

#### 4.2.3 Análisis físico-químico de lixiviados

**Cuadro N° 38: Análisis físico-químico de lixiviados.**

Parámetros	Pisac	Coya	Lamay	Calca	LMP propuestos
Temperatura °C	21	22	28	23	-
pH	8.3	7.5	8.2	7.6	6.5 – 8.5
Sólidos en suspensión mg/L	2500	220	250	3000	30
DBO mg/L	600	30	80	400	20
DQO mg/L	1800	80	120	1600	120
<b>Metales pesados</b>					
Plomo mg/L	0.01	0.01	0.02	0.02	0.5
Cadmio mg/L	0.000	0.000	0.000	0.001	0.1
Cromo mg/L	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1

Fuente: Elaboración Propia

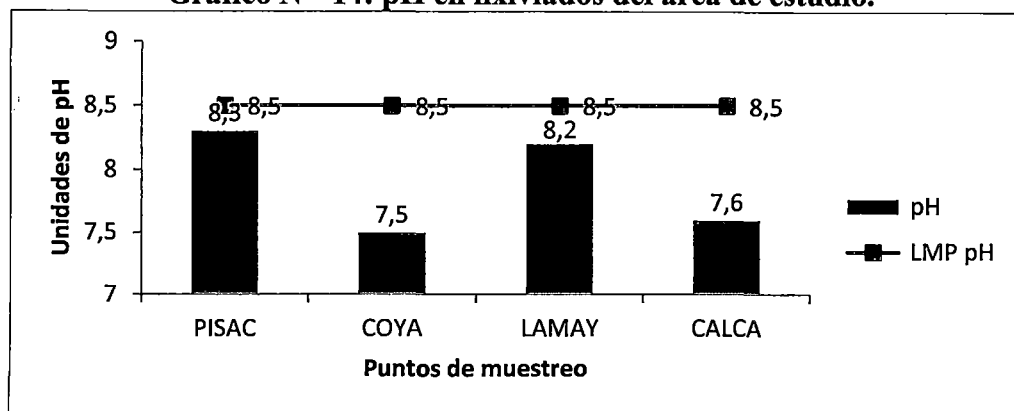
De acuerdo a los datos obtenidos en el cuadro N° 38, se observa:

##### ➤ **Temperatura**

La temperatura en los puntos de muestreo, varían de 21 a 28°C, siendo mayor en el lixiviado del botadero de Calca, debido a la hora del muestreo durante el día.

➤ pH

**Gráfico N° 14: pH en lixiviados del área de estudio.**

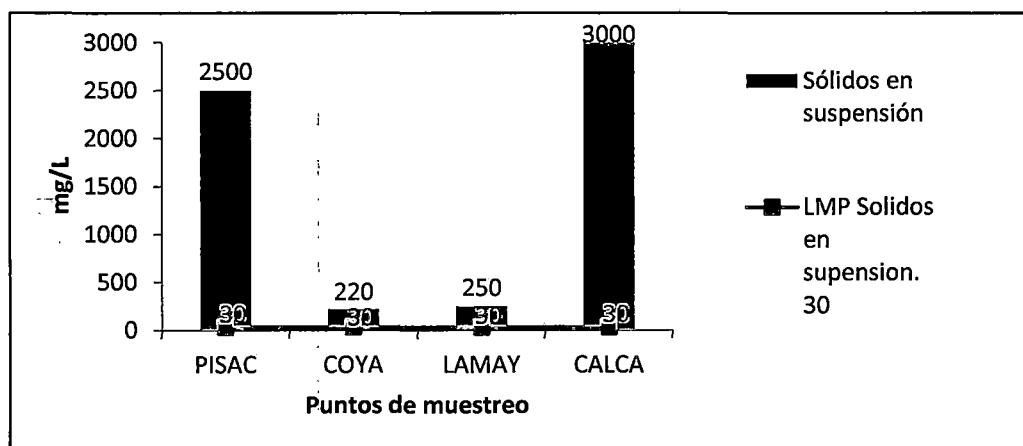


Fuente: Elaboración propia

Del gráfico N° 14, el pH de los lixiviados para el caso de los botaderos de Pisac, Coya, Lamay y Calca se obtuvo los valores de 8.3, 7.5, 8.2 y 7.6 de pH respectivamente, los cuales tienden a ser básicos, los valores de pH de lixiviado del botadero de Pisac y Lamay son los más altos, debido a la presencia de residuos orgánicos en descomposición, sin embargo todos estos valores se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles para lixiviado de rellenos sanitarios propuestos por el MIMAM (8.5 de pH).

➤ Sólidos en suspensión

**Gráfico N° 15: Sólidos en suspensión en lixiviados del área de estudio.**



Fuente: Elaboración propia.

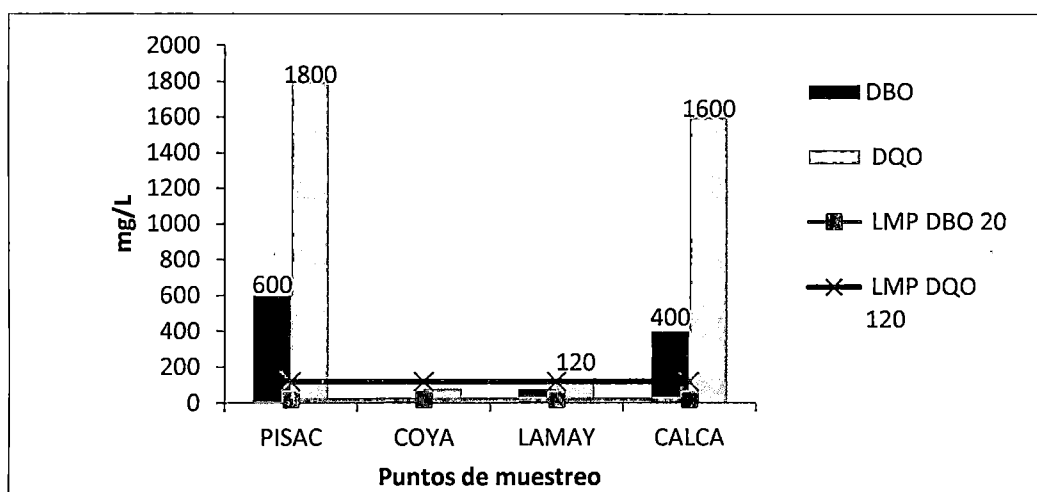
El gráfico N° 15, la concentración de sólidos suspendidos, para los lixiviados del botadero de Pisac, Coya, Lamay y Calca, se observa valores de 2500, 220, 250 y 3000 mg/L respectivamente, de estos valores la mayor concentración fue en los lixiviados de los botaderos de Calca y Pisac, debido a la presencia de limo, sólidos



fecales, restos de papeles etc. Por lo tanto con llevan a la acumulación de depósitos de barro, generando condiciones anaerobias para el desarrollo de ciertos microorganismos. Asimismo todos los valores obtenidos, se encuentran por encima de los límites máximos permisibles propuestos por el MINAM para lixiviados de rellenos sanitarios (30 mg/L).

➤ **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

**Gráfico N° 16: Concentración de DBO y DQO en lixiviados del área de estudio.**



Fuente: Elaboración propia

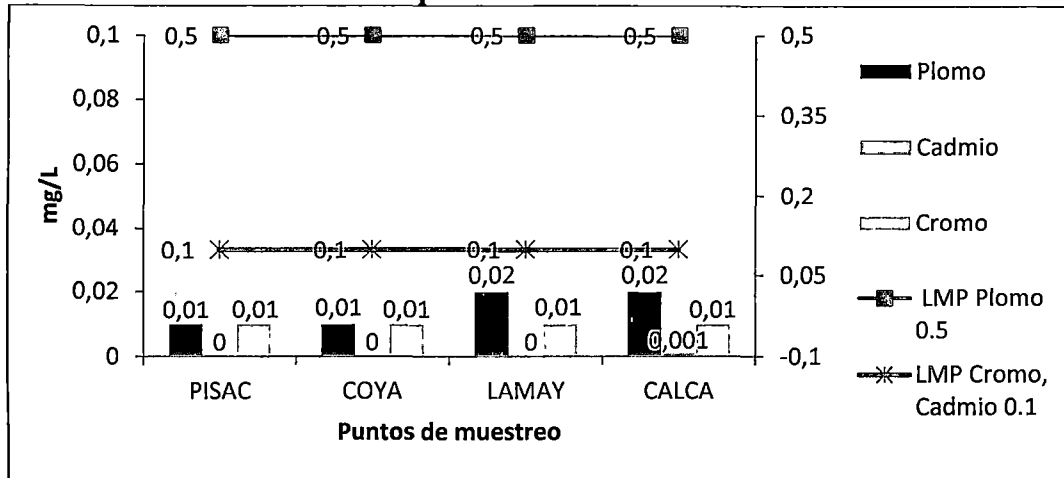
El gráfico N° 16, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), para los lixiviados se encuentra por encima de los límites máximos permisibles propuestos por el MINAM (20 mg/L) para lixiviados de relleno sanitario, se observa mayor concentración de DBO en la localidad de Pisac con un valor de 600 mg/L, por ende hay mayor consumo de oxígeno y mayor presencia de microorganismos en comparación con los demás botaderos del área de estudio, seguido del botadero de Calca, Lamay y finalmente Coya con valores de 400, 120, y 30 mg/L respectivamente.

Con relación a la demanda química de oxígeno (DQO), se observa, que los lixiviados de Pisac y Calca poseen valores de 1800 y 1600 mg/L respectivamente, los cuales se encuentran por encima de los límites máximos permisibles propuestos por el MINAM (120 mg/L), por otro lado la concentración de DQO en los lixiviados del botadero de Coya fue de 80 mg/L, este valor se encuentra por debajo de los valores estándar propuestos, sin embargo el lixiviado de Lamay con un valor de 120 mg/L, se encuentra en el límite de los valores estándar propuestos. Estas variaciones de las

concentraciones de DQO, podrían estar dadas, debido a la precipitación, temperatura y al tipo de residuos sólidos que se generan en cada centro poblado.

➤ **Metales pesados**

**Gráfico N° 17: Metales pesados en lixiviados de los botaderos.**



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 17, se observa con relación a la presencia de Plomo en los lixiviados de los cuatro botaderos de Pisac, Coya, Lamay y Calca donde los valores fueron de 0.01, 0.01, 0.02 y 0.02 mg/L respectivamente, de los cuales las concentraciones de los valores de plomo en Lamay (Campanachayoc) y Calca (Kaytupampa) son mayores, esto debido a la generación del tipo de residuos sólidos como baterías, pinturas, tuberías e insecticidas además de la quema esporádica de los residuos sólidos (PIGARS Calca, 2011). Asimismo este metal pesado es considerado como uno de los que contienen mayor toxicidad, razón por la cual se debe aminorar esta concentración (Sharma & Dubey, 2005). Todos los valores de plomo obtenidos, se encuentran por debajo de los LMPs propuestos por el MINAM para lixiviados de rellenos sanitarios (0.5 mg/L).

Con relación a la presencia de Cadmio en los lixiviados, solo se obtuvo valores de concentraciones traza para el botadero de Calca con un valor de 0.001 mg/Kg de Cadmio, este valor se encuentra por debajo de los LMPs propuestos por el MINAM (0.1 mg/L). El cadmio afecta negativamente a los procesos de respiración y fotosíntesis, al transporte de agua, la absorción de potasio, hierro y manganeso en suelos (Sharma & Dubey, 2005).

Respecto a la concentración del Cromo, se encontró un valor de 0.01 mg/L para los lixiviados de los cuatro botaderos del área de estudio, estos valores obtenidos se encuentran debajo de los LMPs propuestos por el MINAM (0.1 mg/L). La presencia de cromo se debe a residuos sólidos producto de las actividades antropogénicas peleteras, ingredientes de agentes de limpieza, asimismo estos en mayor concentración pueden afectar de manera indirecta a los suelos y ser asimilados por los cultivos (Herrera, 2000).

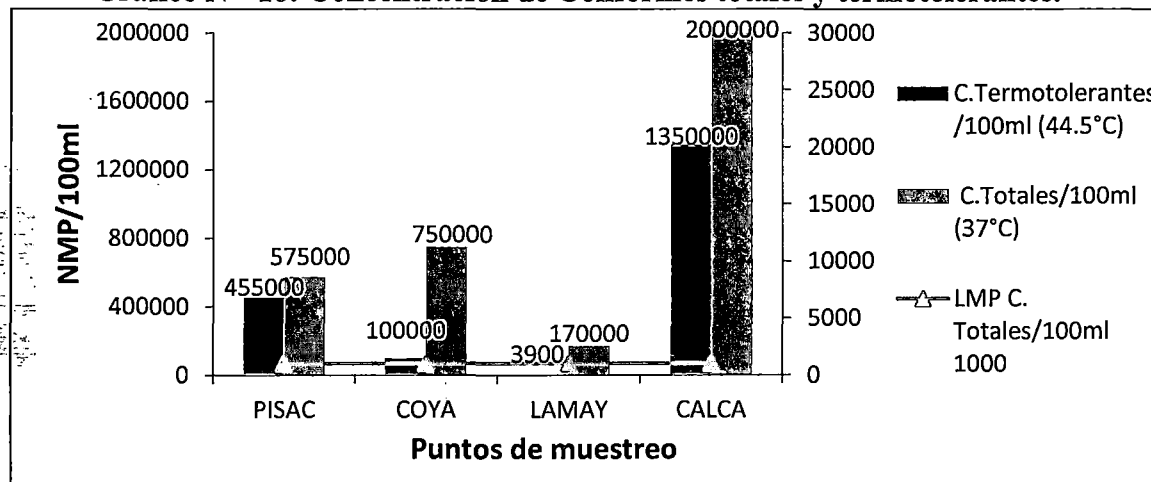
#### 4.2.4 Análisis Bacteriológico de lixiviados

**Cuadro N° 39: Coliformes totales y termotolerantes.**

NMP COLIFORMES/ 100 mL	LUGAR DE MUESTREO				LMP Propuesto
	Pisac	Coya	Lamay	Calca	
C. totales/100mL (37°C)	575 000	750 000	170 000	2 000 000	1 000
C. termotolerantes/100mL (44.5°C)	455 000	100 000	3 900	1 350 000	-

Fuente: Elaboración propia en base a datos de laboratorio 2013.

**Gráfico N° 18: Concentración de Coliformes totales y termotolerantes.**



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 18, se observa que el número de Coliformes totales y termotolerantes es superior en los lixiviados del botadero de Calca con valores de 2 000 000 y 1 350 000 NMP/100mL respectivamente, esta característica hace que estos lixiviados sean sumamente peligrosos para el contacto con los seres vivos por ser transmisoras de patógenos que causan diversas enfermedades, por otro lado se puede observar que los valores son mínimos en los lixiviados del botadero de Lamay, todos los valores de Coliformes totales en los cuatro botaderos, se encuentran por debajo de los LMPs propuestos por el MINAM para lixiviados de rellenos sanitarios, los cuales no deben de exceder a 1000 NMP/100mL.

### 4.3 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL SUELO DE LOS BOTADEROS EN ESTUDIO.

Cuadro N° 40: Análisis físico-químico de suelos de los botaderos.

EPOCA	PARAMETROS	PISAC			COYA			LAMAY			CALCA			Valores estándar suelos
		S.Lix	S.Bot	S.Bla	S.Lix	S.Bot	S.Bla	S.Lix	S.Bot	S.Bla	S.Lix	S.Bot	S.Bla	
LLUVIAS	pH	8.2	7.9	7.9	7.8	7.7	7.7	7.9	7.8	7.8	8.3	8.2	8.3	5.5-7.0
	Materia Orgánica %	1.1	1.2	0.1	4	2	2.5	7	2	2	7	3	2	4.0-6.0
	Nitrógeno total %	0.05	0.06	0.03	0.2	0.1	0.11	0.35	0.1	0.1	0.35	0.15	0.1	0.15-0.25
	Fósforo disponible P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100	4	5	4	9	5	5	9	9	6	9	8	4	7-14
	Potasio K <sub>2</sub> O mg/100	40	4	20	17	2	10	9	16	4.8	9	14	3	195.5-293.3
	Conductividad Eléctrica mmhos/cm	2.31	1.74	0.91	0.29	0.39	0.74	0.55	0.81	0.55	0.42	0.91	0.33	<2
	Clase Textural	A.F	A.	A.	F.L	A.F	A.	F.L	A. F	F.A	F.A	F. A	Limoso	
	Plomo mg/kg	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	70
	Cadmio mg/ kg	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.4
Cromo mg/ kg	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.05	0.00	0.06	0.10	0.00	0.4	
SECAS	pH	7.5	7.4	7.2	7.2	7	7.2	7.3	7.4	7.3	7.3	7.3	7.3	5.5-7.0
	Materia Orgánica %	2.6	1.6	0.4	0.6	0.6	0.5	1.4	2.8	0.9	2	1	0.5	4.0-6.0
	Nitrógeno total %	0.1	0.08	0.02	0.03	0.03	0.02	0.07	0.13	0.04	0.1	0.05	0.02	0.15-0.25
	Fósforo disponible P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100	0.48	0.48	1.92	1.52	2	0.6	1.52	0.08	0.48	0.16	0.02	0.76	7-14

Potasio K <sub>2</sub> O mg/100	4.6	3	1.4	2.6	1.4	1	2.4	7.8	2.4	16.4	3.8	1.4	195.5-293.3
Conductividad Eléctrica mmhos/cm	3.05	2.7	1.27	1.64	1.84	1.49	5.48	8.52	6.5	2.67	4.32	1.58	< 2
Clase Textural	F.A	F.A.	F.A.	F.L.	A.F.	A.	Limoso	F.L.	F.L.	F.A.	F.A.	F.L.	
Plomo mg/kg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	70
Cadmio mg/ kg	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.4
Cromo mg/ kg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.4

Fuente: Elaboración propia

**NOTA:**

**A** = Arenoso

**F.A** = Franco Arenoso

**L.** = Limoso

**F.L.** = Franco Limoso

**A.F** = Arenoso Franco

**S.Lix:** suelo lixiviado

**S.Bot:** suelo botadero mismo

**S.Bla:** suelo blanco

De acuerdo a los datos obtenidos en el cuadro N° 40, los resultados de las determinaciones de los parámetros físico-químicos en los 3 puntos, suelo lixiviado, botadero mismo y suelo blanco en los 4 botaderos de los centros poblados de Pisac, Coya, Lamay y Calca, se observa lo siguiente:

## ➤ pH

Los suelos de lixiviado, botadero y suelo blanco, en los botaderos de Pisac, Coya, Lamay y Calca en épocas de lluvias los valores son mayores y oscilan entre 7.7 a 8.3 de pH, los cuales tienden a ser suelos alcalinos, esto debido a que las precipitaciones influyen en la dilución de compuestos que se puedan encontrar en el suelo, entonces el pH dependerá de la concentración de iones hidrógeno activos ( $H^+$ ) que se da en la interfase líquida del suelo, por la interacción de los componentes sólidos y líquidos (Vázquez, 2005). En época de secas oscilan entre 7 a 7.5 de pH, estos suelos tienden a ser próximos a neutro. En ambas épocas los valores se encuentran por encima de los valores estándar para suelos agrícolas (5 a 7 pH).

Respecto a los suelos de lixiviado en los botaderos de Pisac, Coya, Lamay y Calca, en ambas épocas presentan valores superiores respecto a los suelos del mismo botadero y suelo blanco, en especial en la época de lluvias estos valores oscilan entre 7.8 a 8.3 de pH, los cuales tienden a ser suelos alcalinos, el valor más alto fue 8.3 de pH el cual se determinó para el botadero de Calca, estos valores relativamente son mayores en comparación al resultado que obtuvo Yarlequé (2013) para un suelo ubicado cerca a la fosa de lixiviado en el relleno sanitario de Kehuar-Anta, un valor de pH 7, esto debido a que existe en este relleno una posible mayor escorrentía.

Respecto a los suelos del botadero mismo, en cada botadero de Pisac, Coya Lamay y Calca en la época de lluvias, los valores son 7.9, 7.7, 7.8, y 8.2 de pH respectivamente, los cuales tienden a ser suelos alcalinos, estos valores son similares a los resultados de suelos blanco en Pisac, Coya y Lamay excepto en el botadero de Calca cuyo valor del suelo blanco es 8.3 de pH mayor al suelo botadero. En la época de secas en los botaderos de Pisac, Coya, Lamay y Calca, los valores fueron 7.4, 7, 7.4, y 7.3 de pH respectivamente, los cuales tienden a ser suelos alcalinos, excepto el de Coya que se mantiene neutro. Los valores de suelo blanco fue menor en Pisac, mayor en Coya, Lamay y similar en Calca. Todos los valores determinados en los suelos de los cuatro botaderos son próximos respecto a los resultados que obtuvo Yarlequé (2013) para 3 puntos de suelo donde existe actividad de compostaje de residuos en el relleno sanitario de Kehuar-Anta, donde determinó valores de pH que oscilan entre 7.35 a 7.9 de pH.

➤ **Materia orgánica**

Los suelos de lixiviado, botadero y suelo blanco, en los botaderos de Pisac, Coya, Lamay y Calca los valores en la época de lluvias oscilan entre 0.1 a 7%, y en época de secas oscilan entre 0.4 a 2.8%. En el botaderos de Pisac es mayor en la época de secas y en los botaderos de Coya, Lamay y Calca en épocas de lluvias son mayores los valores, esto debido a la presencia de la humedad, esto hace un ambiente adecuado para los organismos y a la interacción bacteriana por ende favorece a la descomposición (Aguilera, 2000).

Respecto a los suelos de lixiviado, en la época de lluvias el botadero de Pisac, muestra un valor de 1.1% menor que los botaderos de Coya, Lamay y Calca cuyos valores son 2.6, 4, 7, y 7% respectivamente, el valor de Pisac está por debajo de los valores estándar para suelos agrícolas (4 a 6%), esto debido a que la superficie del lugar no es uniforme existe desniveles, esto podría propiciar a una posible escorrentía, el valor de Coya está en el rango ideal para suelos agrícolas, sin embargo en los botaderos de Lamay y Calca son mayores y superan a los valores estándar, todos los valores de suelo lixiviado son mayores respecto al suelo blanco cuyos valores oscilas entre 0.1 a 2.5%, ya que en este punto no existe actividad respecto a los residuos sólidos. En la época de secas en los botaderos de Pisac, Coya, Lamay y Calca cuyos valores son 2.6, 0.6, 1.4 y 2% respectivamente, son mayores respecto a los suelos blancos excepto el de Coya cuyo valor es similar, además están por debajo de los estándares para suelos agrícolas. Los valores de suelo lixiviado en Pisac, Coya, Lamay y Calca se aproximan al resultado que obtuvo Yarlequé (2013) para un suelo ubicado cerca a la fosa de lixiviado en el relleno sanitario de Kehuar-Anta, un valor de 1.23%.

Respecto a los suelos del botadero mismo los valores determinados se encuentra por debajo de los estándares para suelo agrícola, en la época de lluvias en los botadero de Pisac, Coya Lamay y Calca en la época de lluvias, los valores van de 1.2, 2, 2 y 3% respectivamente, estos valores son mayores a los resultados de suelos blanco, en Pisac, Coya y Calca excepto en el botadero de Lamay es similar al suelo blanco. En la época de secas en los botaderos de Pisac, Coya, Lamay y Calca, los valores fueron de 1.6, 0.6, 2.8 y 1% respectivamente, los cuales fueron mayores a los suelos blancos. Todos los valores determinados en los suelos de los cuatro botaderos son similares respecto a los resultados que obtuvo Yarlequé (2013) para 3 puntos de suelo donde existe actividad de compostaje de residuos en

el relleno sanitario de Kehuar-Anta, donde determinó el porcentaje de materia orgánica que oscilan entre 1.81 a 2.7.

➤ **Nitrógeno total**

Los suelos de lixiviado, botadero y suelo blanco, en los botaderos de Pisac, Coya, Lamay y Calca en épocas de lluvias los valores son mayores y oscilan entre 0.03 a 0.35%, esto se ve reflejado por el elevado porcentaje de materia orgánica, debido a la producción de residuos sólidos por ende la contribución de materia orgánica y la humedad propicia la fijación bacteriana, todo ello contribuyen al contenido de nitrógeno en el suelo (AOAC, 2005). En época de secas oscilan entre 0.02 a 0.1%, en ambas épocas los valores se encuentran por debajo de los valores estándar para suelos agrícolas (0.15 a 0.25%), excepto en la época de lluvias los suelos de lixiviado de Lamay y Calca están por encima de los estándares mientras que el suelo botadero de Calca se encuentra en el rango ideal.

Respecto a los suelos de lixiviado en los botaderos de Pisac, Coya Lamay y Calca, en ambas épocas presentan valores superiores respecto a los suelos del mismo botadero y suelo blanco, excepto el suelo lixiviado de Pisac es menor que al suelo de botadero mismo, en la época de lluvias el valor más alto de 0.35% se determinó para el botadero de Lamay y Calca, estos valores son mayores en comparación al resultado que obtuvo Yarlequé (2013) para un suelo ubicado cerca a la fosa de lixiviado en el relleno sanitario de Kehuar-Anta, un valor de 0.058%, esto debido a que en este relleno sanitario existe una posible escorrentía.

Respecto a los suelos del botadero mismo, en cada botadero de Pisac, Coya Lamay y Calca en la época de lluvias, los valores van de 0.06, 0.1, 0.1 y 0.1% respectivamente, estos valores son mayores a los resultados de suelos blanco en Pisac y Lamay, en el botadero de Coya este valor es menor al de suelo blanco mientras que en Lamay el suelo de botadero y blanco son similares. En la época de secas en los botaderos de Pisac, Coya, Lamay y Calca, los valores fueron de 0.08, 0.03, 0.13 y 0.05 respectivamente, y los valores de suelo blanco fue menor en Pisac, Lamay y Calca y similar en Coya. Todos los valores determinados en los suelos de los cuatro botaderos son próximos respecto a los resultados que obtuvo Yarlequé (2013) para 3 puntos de suelo donde existe actividad de compostaje de residuos en el relleno sanitario de Kehuar-Anta, donde determinó el porcentaje de nitrógeno entre 0.1 a 0.11%.



➤ **Fósforo**

Los suelos de lixiviado, botadero y suelo blanco, en los botaderos de Pisac, Coya, Lamay y Calca en épocas de lluvias los valores son mayores y oscilan entre 4 a 9 mg/100 esto se ve reflejado por el elevado porcentaje de materia orgánica, debido a la producción de residuos sólidos por ende la contribución de materia orgánica y la humedad propicia la fijación bacteriana (AOAC, 2005). En época de secas oscilan entre 0.02 a 2 mg/100 además se encuentran por debajo de los valores estándar para suelos agrícolas (7 a 14 mg/100), mientras que en la época de lluvias los suelos de lixiviado de Coya, Lamay, Calca y suelo botadero de Lamay y Calca, están en el rango ideal.

Respecto a los suelos de lixiviado en los botaderos de Pisac, Coya Lamay y Calca, en época de lluvias presentan valores superiores respecto a los suelos del mismo botadero y suelo blanco, excepto el suelo lixiviado de Pisac es menor que al suelo de botadero mismo y similar al suelo blanco, en Lamay es también similar al suelo botadero, valor más alto es de 9mg/100 para el botadero de Coya, Lamay y Calca, estos valores se aproximan en comparación al resultado que obtuvo Yarlequé (2013) para un suelo ubicado cerca a la fosa de lixiviado en el relleno sanitario de Kehuar-Anta, un valor de 0.058 mg/100. En época de secas también los valores son mayores excepto en Pisac el cual es similar al suelo botadero y en Coya es menor al suelo botadero.

Respecto a los suelos del botadero mismo, en cada botadero de Pisac, Coya Lamay y Calca en la época de lluvias, los valores van de 5, 5, 9 y 8mg/100 respectivamente, estos valores son mayores a los resultados de suelos blanco excepto el botadero de Coya este valor es similar al de suelo blanco. En la época de secas en los botaderos de Pisac, Coya, Lamay y Calca, los valores fueron de 0.48, 2, 0.08 y 0.02 respectivamente, y los valores de suelo blanco fue menor en Pisac, Coya y mayor en Lamay y Calca. Todos los valores determinados en los suelos de los cuatro botaderos son próximos respecto a los resultados que obtuvo Yarlequé (2013) para 3 puntos de suelo donde existe actividad de compostaje de residuos en el relleno sanitario de Kehuar-Anta, donde determinó la concentración de fósforo que oscilan entre 16.20 a 57.9 mg/100.

➤ **Potasio**

Los suelos de lixiviado, botadero y suelo blanco, en los botaderos de Pisac, Coya, Lamay y Calca en épocas de lluvias los valores son mayores y oscilan entre 2 a

40 mg/100, esto debido a la producción de residuos sólidos orgánicos y que las precipitaciones propicien la presencia de potasio (AOAC, 2005). En época de secas oscilan entre 1 a 16.4 mg/100, en ambas épocas los valores se encuentran por debajo de los valores estándar para suelos agrícolas (195.5 a 293.3 mg/100).

Respecto a los suelos de lixiviado en los botaderos de Pisac, Coya Lamay y Calca, en ambas épocas presentan valores superiores respecto a los suelos blancos, excepto el suelo lixiviado de Lamay que en época de secas es similar al valor de suelo blanco, en la época de lluvias el valor más alto de 40 mg/100 se determinó para el botadero Pisac, estos valores se aproximan al resultado que obtuvo Yarlequé (2013) para un suelo ubicado cerca a la fosa de lixiviado en el relleno sanitario de Kehuar-Anta, un valor de 43.14 mg/100, y en época de secas el valor más alto es en el botadero de Calca con 16.4 mg/100.

Respecto a los suelos del botadero mismo, en cada botadero de Pisac, Coya Lamay y Calca en la época de lluvias, los valores van de 4, 2, 16 y 14 mg/100 respectivamente, estos valores son mayores a los resultados de suelos blanco en Lamay y Calca sin embargo en Pisac y Coya estos valores fueron menores. En la época de secas en los botaderos de Pisac, Coya, Lamay y Calca, los valores fueron de 3, 1.4, 7.8 y 3.8 mg/100 respectivamente, los cuales fueron mayores a los valores de suelo blanco. Todos los valores determinados en los suelos de los cuatro botaderos son próximos respecto a los resultados que obtuvo Yarlequé (2013) para 3 puntos de suelo donde existe actividad de compostaje de residuos en el relleno sanitario de Kehuar-Anta, donde determinó la concentración de potasio entre 94.7 a 226.2 mg/100.

#### ➤ **Conductividad eléctrica**

Los suelos de lixiviado, botadero y suelo blanco, en los botaderos de Pisac, Coya, Lamay y Calca en épocas de lluvias los valores oscilan entre 0.29 a 2.31 mmhos/cm, estos valores están en el rango ideal para suelo agrícola (<2 mmhos/cm), excepto el suelo de lixiviado del botadero de Pisac el cual está por encima de los estándares. En la época de secas los valores son superior al rango ideal en los suelos de botadero y lixiviados en Pisac, Lamay y Calca, esto debido a la posible presencia de calcio producto de la descomposición de residuos.

Respecto a los suelos de lixiviado en los botaderos de Pisac, Coya Lamay y Calca, en la época de lluvias los valores son superiores respecto a los suelos blancos, en

Pisac y Calca, y es menor en Coya y similar en Lamay, el valor más alto en esta época es de 2.31 mmhos/cm que se determinó para el botadero Pisac, y en época de secas los valores de CE en suelo lixiviado son mayores respecto al suelo blanco y el valor más alto es en el botadero de Lamay con 5.48 mmhos/cm, estos valores son superiores respecto al resultado que obtuvo Yarlequé (2013) para un suelo ubicado cerca a la fosa de lixiviado en el relleno sanitario de Kehuar-Anta, un valor de 0.11 mmhos/cm.

Respecto a los suelos del botadero mismo, en cada botadero de Pisac, Coya Lamay y Calca en la época de lluvias, los valores van de 1.74, 0.39, 0.81 y 0.91 mmhos/cm respectivamente, estos valores son mayores a los resultados de suelos blanco excepto en el botadero de Coya el cual es menor que el resultado de suelo blanco. En la época de secas en los botaderos de Pisac, Coya, Lamay y Calca, los valores fueron de 2.7, 1.84, 8.52 y 4.32 mmhos/cm respectivamente, los cuales fueron mayores a los valores de suelo blanco. Todos los valores determinados en los suelos de los cuatro botaderos son próximos respecto a los resultados que obtuvo Yarlequé (2013) para 3 puntos de suelo donde existe actividad de compostaje de residuos en el relleno sanitario de Kehuar-Anta, donde determinó la CE los cuales van entre 0.72 a 3.43 mmhos/cm.

➤ **Clase textural**

Los suelos de lixiviado en los botaderos de Pisac, Coya, Lamay y Calca, en épocas de lluvias se clasifican en franco-arenoso, franco-limoso, franco-limoso y franco-arenoso respectivamente. En época de secas las clases texturales son similares excepto en el botadero de Lamay el cual resulta ser suelo limoso.

Los suelos del botadero mismo en los botaderos de Pisac, Coya, Lamay y Calca en épocas de lluvias se clasifican en arenoso, franco-arenoso, franco-arenoso y franco-arenoso respectivamente. En época de secas las clases texturales para los botaderos de Pisac, Coya, Lamay y Calca se clasifican en franco-arenoso, franco-limoso, limoso y franco-arenoso respectivamente.

Los suelos blanco en los botaderos de Pisac, Coya, Lamay y Calca en épocas de lluvias se clasifican en arenoso, arenoso, franco-arenoso y limoso respectivamente. En época de secas las clases texturales para los botaderos de Pisac, Coya, Lamay y Calca se clasifican en franco-arenoso, limoso, franco-limoso y franco-limoso respectivamente.

Los suelos franco-arenosos tienen baja capacidad de retención de agua, alta velocidad de infiltración y drenaje, por lo tanto estos suelos no son aptos para soportar la actividad de compactación por las características del suelo.

### **Metales pesados**

#### ➤ **Plomo**

Para todos los puntos de muestreo en los botaderos de Pisac, Coya, Lamay y Calca, en ambas épocas las concentraciones de plomo se encuentran por debajo de los estándares de calidad ambiental establecidos por la ley peruana (70 mg/Kg), sin embargo se encontró en el botadero de Lamay, en suelo de lixiviado con un valor de 0.01 mg/Kg y en el botadero de Calca también se encontró en el suelo de lixiviado y botadero con un mismo valor de 0.01 mg/Kg.

#### ➤ **Cadmio**

Para todos los puntos de muestreo en los botaderos de Pisac, Coya, Lamay y Calca, en ambas épocas no se encuentran ni en valores traza.

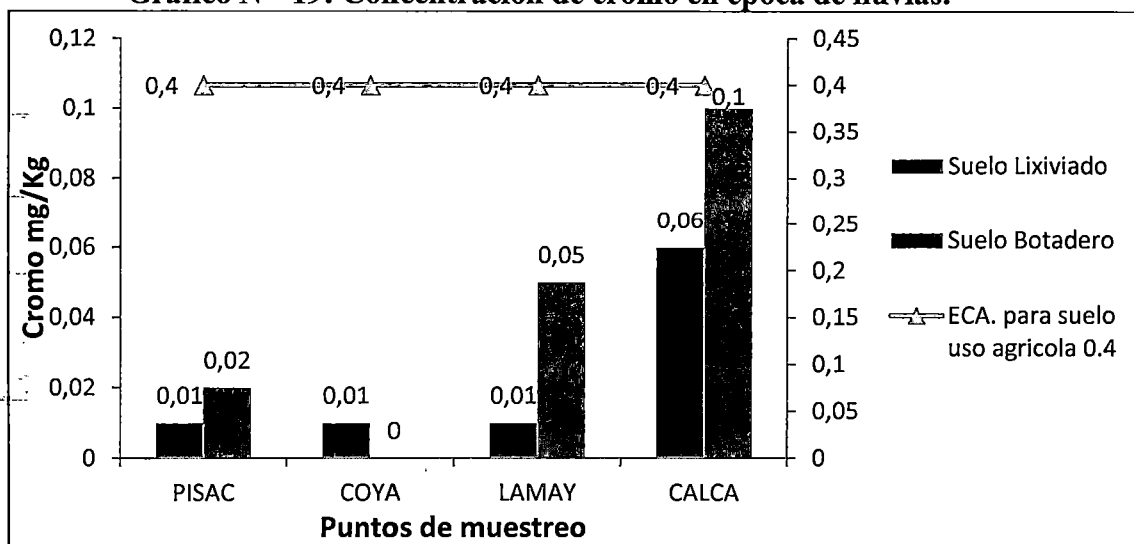
#### ➤ **Cromo**

Para todos los puntos de muestreo en los botaderos de Pisac, Coya, Lamay y Calca, en ambas épocas las concentraciones de cromo se encuentran por debajo de los estándares de calidad ambiental establecidos por la ley peruana (0.4 mg/Kg), sin embargo se encontró en la época de lluvias en los botaderos de Pisac, Coya, Lamay y Calca en los suelos de lixiviado y botadero, excepto en el suelo de botadero de Coya. Respecto a los suelos de lixiviado en los botaderos de Pisac, Coya Lamay y Calca se determinó valores que van de 0.01 a 0.06 mg/Kg, el valor más alto es el botadero de Calca. Respecto a los suelos del mismo botadero en los botaderos de Pisac, Lamay y Calca se determinó valores que van de 0.02 a 0.1 mg/Kg, el valor más alto es el botadero de Calca. Se observa que la concentración de cromo es mayor en suelos de botadero que en suelos de lixiviado debido a las variaciones de pH. Todos estos resultados son próximos a los que obtuvo Yarlequé (2013) para puntos de suelo donde existe actividad de compostaje de residuos en el relleno sanitario de Kehuar-Anta, donde determinó concentraciones traza que oscilan entre 0.0062 a 0.0125 mg/Kg. De igual manera Garcia (2005), encontró concentraciones traza de cromo en lixiviados en la planta de tratamiento de Residuos Sólidos proyecto Retama Andahuaylillas. La presencia de este metal

se debe a que también el pH de la mayoría de los suelos tiende a ser alcalinos (Herrera, 2000).

En resumen la variación de concentración de cromo en la época de lluvias se observa de mejor manera en el gráfico N° 19.

**Gráfico N° 19: Concentración de cromo en época de lluvias.**



Fuente: Elaboración propia.

## CONCLUSIONES

1. Los botaderos y su área de influencia de Matará, Playachayoc, Campanachayoc y Kaytupampa, se caracterizaron y categorizaron según la Guía Técnica establecida por el MINAM y el MINSA, de moderado riesgo.
2. El análisis fisicoquímico de las aguas del río Vilcanota colindante a cada botadero indican, que la mayoría de parámetros evaluados se encuentran dentro de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), para aguas superficiales en la categoría 3, a excepción de la concentración de sulfatos que durante la época de secas es muy elevado. Respecto a los metales pesados no muestran la presencia de plomo y cadmio, sin embargo se detectó la presencia de cromo en valores traza en época de secas y para la época de lluvias solo se presentan en las estaciones de Pisac y Coya. Todos estos valores se encuentran por debajo de los ECA. El análisis bacteriológico muestra la presencia de Coliformes totales y termotolerantes, cuyos valores se encuentran por encima de los ECA, indicando contaminación bacteriológica, por consiguiente no son aptas para riego de vegetales ni bebida de animales.
3. El análisis físico-químico de los lixiviados generados por la disposición final de residuos sólidos de los botaderos de la localidad de Pisac (Matará) y Calca (Kaytupampa), presentan un alto contenido de materia orgánica en suspensión, por consiguiente valores elevados de DBO y DQO, convirtiéndose en un potencial contaminante del recurso edáfico e hídrico. Respecto a los metales pesados en los lixiviados, se encontraron en valores traza en los cuatro botaderos y por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) propuestos por el MINAM. El análisis bacteriológico de los lixiviados muestran la presencia elevada de Coliformes totales en los botaderos de Pisac, Coya, Lamay y Calca superando así los LMP, indicando contaminación bacteriológica, por ende estaría afectando al recurso suelo.
4. En general, del análisis físico-químico en la mayoría de los parámetros, los resultados de suelos ubicado en el perímetro de lixiviados son mayores a los suelos del mismo botadero y suelo blanco. Respecto a los metales pesados, se encontró trazas de plomo y cromo cuyos valores están por debajo de los ECA.

## RECOMEDACIONES

- Mejorar el manejo de residuos sólidos en la disposición final, adecuando los botaderos a corto plazo a rellenos sanitarios manual tipo trinchera hasta buscar un lugar para la disposición final de residuos sólidos de manera formal, posteriormente proseguir a la clausura, anticipadamente a ello realizar todos los trabajos para determinar el área destinada para un relleno sanitario manual con todas las especificaciones técnicas y autorizaciones respectivas de las instituciones correspondientes.
- Las autoridades involucradas deben realizar campañas de educación ambiental en el tema de manejo de residuos sólidos, mediante programas de reutilización, compostaje y reciclaje.
- Fomentar la conjunción de esfuerzos interinstitucionales de aquellas instituciones que trabajan la temática, como de la mesa de concertación, la Comisión Ambiental Municipal de Calca y Comité Técnico de Gestión de residuos sólidos, a fin de enriquecer y complementar las acciones. Es posible desarrollar sinergias en la gestión de los residuos, considerando el interés de los actores locales por resolver estos problemas.
- Las municipalidades deberían tomar acciones respecto al uso y manejo de los recursos hídrico y edáfico dentro del área de influencia en estos lugares de disposición final de residuos sólidos y realizar más evaluaciones de parámetros que indiquen contaminación en especial realizar monitoreo periódico de agua del río Vilcanota para el análisis bacteriológico y metales pesados ya que se detectó la presencia de estos, las cuales son utilizadas en algunos casos para producción agrícola. También se debería realizar monitoreo de los lixiviados ya que en el presente estudio se determinó contaminación bacteriológica, lo cual estaría afectando al recurso suelo.

## **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

**AENOR (1997).** Calidad del agua. Medio ambiente. Tomo 1. AENOR Madrid-España.

**AGUILERA S. (2000).** Importancia de la protección de la materia orgánica del suelo. Pág. 77-85. Chile.

**APHA-AWWA-WEF (2005).** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21th Edition.

**AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA (2011).** Evaluación de la calidad del agua de la cuenca del Vilcanota en el tramo La Raya-Pisac. Cusco.

**AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA (2011).** Protocolo nacional de monitoreo de la calidad en cuerpos naturales de agua superficial. Perú.

**BANAT K., HOWARI F. & AL-HAMAD A. (2005).** Heavy metals en urban soils of central Jordan: should we worry about their environmental risks. Environmental Research 97: 258-273.

**CHARPENTER S. & HIDALGO J. (1999).** Las políticas ambientales del Perú. Lima: Edición gráfica: Carlos Valenzuela.

**CONSORCIO GETINSA S.A. (2011).** Ampliación y mejoramiento del sistema de gestión integral de residuos sólidos. Provincia Calca, Cusco.

**ENKERLIN E., CANO G., GARZA R. & VOGEL E. (1997).** Ciencia ambiental y desarrollo sostenible. México: Editorial Thomson.

**GARCIA M. (2005).** Evaluación de lixiviados en la planta de tratamiento de residuos sólidos proyecto RETAMA Andahuaylillas – Cusco. Seminario curricular. Cusco: UNSAAC.

**GISBERT B. et al., (2001).** Génesis de Suelos: Ed: Universidad Politécnica de Valencia. España. págs. 222.

**GOBIERNO REGIONAL CUSCO (2012).** Expediente técnico de la caracterización de las unidades geológicas, peligrosas y geodinámicas.

**INSTITUTO DE MANEJO DE AGUA Y MEDIO AMBIENTE (2009).** Zonas ecológicas de vida.



**INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (INEI) (2007).** Censos Nacionales XI de Población y VI de Vivienda. Perfil Socio-demográfico del departamento de Cusco.

**INDECI (2010).**- Estudio mapa de peligros de la ciudad de Alca - Proyecto PER /02/051- Programa ciudades sostenibles

**ISO 10390. (1994).** Soil quality. Determination of pH.

**JARAMILLO J. (2002).** Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Medellín.

**LEY N° 27314 (2000).** Ley general de residuos sólidos del Perú.

**MAMANI R. & QUISPE G. (2013).** Evaluación de las descargas de aguas residuales en río Vilcanota, en el tramo Sicuani-Ollantaytambo. Tesis para optar al título de Biólogo. Cusco: UNSAAC.

**METCALF & EDDY (1995).** Ingeniería de aguas residuales: Tratamiento, vertido y reutilización: Tercera edición: McGraw-Hill.

**MINISTERIO DE AGRICULTURA (2010).** Línea de base de la cuenca del Vilcanota. Perú.

**MINISTERIO DEL AMBIENTE (2009).** Política nacional de ambiente. Lima: Ed. Aleph soluciones gráficas.

**MINAM (2009).** Decreto Supremo propuesto 2009. Límites máximos permisibles, para la descarga de efluentes líquidos de tratamiento de residuos sólidos y lixiviados de relleno sanitario y de seguridad.

**MINAM (2008).** Decreto Supremo 002-2008. Estándares de calidad de agua.

**MINAM (2013).** Decreto Supremo 002-2013. Estándares de calidad de suelo.

**MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS (2000).** Guía para el muestreo y análisis de suelos. Perú.

**MINISTERIO DE SALUD (2008).** Guía Técnica para la clausura y conversión de Botaderos de Residuos sólidos. Lima.

**MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CALCA (2011).** Plan integral de gestión ambiental.

**MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CALCA (2012).** Plan estratégico provincial.

**NAGENDRAN R., SELVAN A., KURIAN J. CHIEMCHAI SRI CH. (2006).** Phytoremediation and rehabilitation of municipal solid waste landfills and dumpsites: a brief review. Waste Management 26: 1357-1369

**NEDELKOSKA V. & DORAN M. (2000).** Características de absorción de metales pesados por especies de plantas con potencial para la fitorremediación y fitominería. Minerals Engineer 13: 549-561

**NIGEL T. (2005)** Métodos de análisis químico agrícola - Editorial Acribia, S.A. Zaragoza. España.

**PLAN COPESCO (2012).** Evaluación de impacto ambiental para el manejo de residuos sólidos.

**PIGARS, CALCA (2011).** Plan integral de gestión ambiental de residuos sólidos, Municipalidad provincial de Calca.

**PIÑEIRO J. (1991).** Vertederos controlados. Problemática de los lixiviados Madrid CSIC.

**PORTA J. (2008).** Introducción a la edafología: Uso y protección del suelo. Madrid.

**PUMACHAPI A. & CANAZAS E. (2012).** Determinación y evaluación de los escenarios de contaminación causados por botaderos de residuos sólidos en 3 comunidades representativas de Pomacanchi. Tesis para optar al título de Biólogo. Cusco: UNSAAC.

**SANCHEZ M. (2010).** Contaminación por metales pesados en el botadero de basuras de Moravia en Medellín: Transferencia a flora y fauna y evaluación del potencial Fito remediador de especies nativas e introducidas [tesis para optar al título profesional de doctor en ciencias biológicas]. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.

**SCOTT FOGLER H. (1998).** Elementos de Las Reacciones Químicas. Edición: Tercera. Organización Panamericana de la Salud y Banco Interamericano de Desarrollo Diagnóstico de la Situación del Manejo de Residuos Sólidos.

**SHARMA P. & DUBEY R. (2005).** Toxicidad del plomo en las plantas. Brasil

**SIDNEY W. & ARLINTON V. (1988).** Official Methods of analysis of the Association of Official Analytical chemist.

**STANLEY E. (2007).** Introducción a la química ambiental. Barcelona.

**UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (1996).** Soil survey laboratory methods manual. Soil Survey Investigations Report N42. Versión 3.0. Washington DC, USA, 693.

**VAZQUEZ M. (2005).** Calcio, magnesio, acidez y alcalinidad del suelo. En fertilidad de suelos y fertilización de cultivos: Editorial. INTA, Buenos Aires, Argentina. Pag. 161-188.

**VILLALBA B. (2012).** Evaluación y propuesta de manejo de residuos sólidos en la Localidad de Checacupe. Seminario curricular. Cusco: UNSAAC.

**VOGEL E., ALVA R. & RIVAS E. (1997).** Contaminantes del suelo y residuos sólidos. México: editorial Thomson.

**WILEY W. (1986).** Chemist of the Department of Agriculture. Pag. 164

**YARLEQUÉ J. (2013).** Programa de adecuación y manejo ambiental para el relleno sanitario de Kehuar-Anta. Tesis para optar al título de Biólogo. Cusco: UNSAAC.

#### **Referencias de fuentes electrónicas:**

- RODRIGUEZ P., TICANTE J., VASQUEZ R. & MUÑOZ A. (2010). Contribución al estudio de los lixiviados generados en el relleno sanitario. Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas, ICBUAP, 14 sur 6301, Puebla. México, 2010. Obtenida el 01 de Enero del 2013. Disponible en:  
[http://www.uaemex.mx/Red\\_Ambientales/docs/memorias/Extenso/TA/EC/TAC-10.pdf](http://www.uaemex.mx/Red_Ambientales/docs/memorias/Extenso/TA/EC/TAC-10.pdf)
- Ingeniería de Tratamiento y Acondicionamiento de Aguas. Obtenida el 12 de Febrero del 2013. Disponible en:  
<http://www.oocities.org/edrochac/sanitaria/parametros1.pdf>

- HERRERA T. (2000) .La contaminación con cadmio en suelos agrícolas Vol 8, No 1 y 2 (2000). Obtenida el 20 de Diciembre del 2012. Disponible en: <http://venesuelos.org.ve/index.php/venesuelos/article/view/69>
- USDA; “Keys to Soil Taxonomy”. Décima edición, 2006, págs.: 332. Obtenida el 16 de Junio del 2013. Disponible en: [http://soils.usda.gov/technical/classification/tax\\_keys/](http://soils.usda.gov/technical/classification/tax_keys/)
- USDA; “Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys”. Segunda edición, 1999, pág: 869. Obtenida el 25 de Julio del 2013. Disponible en: <http://soils.usda.gov/technical/classification/taxonomy/>

# **ANEXOS**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**CARRERA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**  
**EVALUACION DE CONTAMINACIÓN POR DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LOS**  
**CENTROS POBLADOS DE PISAQ, COYA, LAMAY Y CALCA REGION-CUSCO**



**ANEXO 1 (MODELO DE ENCUESTA)**

**I.- DATOS DEL ENCUESTADO**

**1.1 POBLACION ENCUESTADA**

**1.2 EDAD Y SEXO DE LA POBLACION ENCUESTADA**

- a) 15-20 años:
- b) 20-30 años:
- c) 30-40 años:
- d) 40 a más:

**SEXO**

Masculino ( )

Femenino ( )

**1.3 NUMERO DE INTEGRATES POR FAMILIA**

- a) 1-3 Integrantes: ( )
- b) 4 integrantes: ( )
- c) 5 integrantes: ( )
- d) Más de 5 integrantes: ( )

**1.4 CONDICION DEL ENCUESTADO**

- Segregador ( )
- Afectado directo ( )
- Afectado indirecto ( )

**II. DEL SEGREGADOR**

**2.1. ¿Cree usted que al realizar su trabajo afecta su salud? ¿Porque?**

- Si ( )
- No: ( )

**2.2. ¿Al momento de segreggar los residuos sólidos usted utiliza alguna medida para proteger su salud? ¿Cómo?**

- Si:
  - a) Guantes, botas y mascarilla:
  - b) Mamelucos:
  - c) Botas:
  - d) Guantes:
- No: ( )

**2.3. ¿Usted ha recibido asistencia social, charla de sensibilización y capacitación con relación a los residuos sólidos por parte por dela Municipalidad Distrital o Provincial?**

- Si ( )
- No ( )

**2.4. Durante la segregación de residuos sólidos. ¿Se ha visto afectado por residuos hospitalarios, como jeringas, agujas, etc.?**

- Si ( )
- No ( )

**2.5 Usted o algún miembro de la familia. ¿Ha sido víctima de transmisión de organismos patógenos de animales infectados al hombre, por contacto por el suelo, alimentos, agua y por la crianza de animales alimentados por residuos orgánicos contaminados?**

- Si ( )
- No ( )

**2.6 ¿Cree usted que se ha incrementado los vectores de enfermedades tales como moscas, cucarachas, zancudos, mosquitos tanto por las zonas aledañas al botadero y en que época del año?**

- Secas ( )
- Lluvias ( )



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

CARRERA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

EVALUACION DE CONTAMINACIÓN POR DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LOS CENTROS POBLADOS DE PISAQ, COYA, LAMAY Y CALCA REGION-CUSCO



### III. DE LOS AFECTADOS DIRECTOS E INDIRECTOS

#### 3.1. ¿Usted se siente afectado por la ubicación del botadero de residuos sólidos? ¿Cómo?

- Afectados ( )
  - a) Alteración paisajística:
  - b) Recurrencia de animales:
  - c) Mal olor:
  - d) Contaminación de animales de pastoreo:
  - e) Niños enfermos:
- No afectados ( )

#### 3.2. ¿Qué molestias ha detectado usted por el manejo del botadero?

- a) Propagación de moscas:
- b) Descomposición mal olor:
- c) Humo:
- d) Polvo:

#### 3.3. Usted o algún miembro de la familia. ¿Ha sido víctima de transmisión de organismos patógenos de animales infectados al hombre, por contacto por el suelo, alimentos, agua y por la crianza de animales alimentados por residuos orgánicos contaminados?

- Sí:
  - a) Problemas de la piel:
  - b) Sarpullidos y ronchas:
  - c) Dolor de estómago:
  - d) Diarrea:
  - e) Fiebre:
- No: ( )

#### 3.4. ¿Qué animales recurren con mayor frecuencia a su vivienda por causa de la ubicación del botadero?

- a) Moscas:
- b) Ovinos y vacunos:
- c) Roedores:
- d) Canes:
- e) Porcinos:

#### 3.5. ¿Usted ha recibido asistencia social, charla de sensibilización y capacitación con relación a los residuos sólidos por parte de la municipalidad Distrital o Provincial?

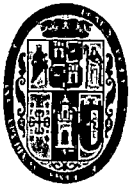
- Sí ( )
- No ( )

#### 3.6. ¿Dónde cree usted que debería ser la ubicación del botadero de residuos sólidos?

- a) Alejado del pueblo
- b) Lejos del Río
- c) Descampado
- d) No opina

Fecha: .....

Nombre del encuestador: .....



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**EVALUACION DE CONTAMINACIÓN POR DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LOS**  
**CENTROS POBLADOS DE PISAC, COYA, LAMAY Y CALCA REGION-CUSCO**



**ANEXO N°: 02**

**BASE DE DATOS ENCUESTAS**

**I.- DATOS DEL ENCUESTADO**

**1.1 POBLACION ENCUESTADA**

- **Pisac:** 26 encuestados (30%)
- **Coya:** 20 encuestados (23%)
- **Lamay:** 9 encuestados (11%)
- **Calca:** 31 encuestados (36%)

**1.2 EDAD Y SEXO DE LA POBLACION ENCUESTADA**

- **15-20 años:** 15 encuestados (17%)
- **20-30 años:** 23 encuestados (27%)
- **30-40 años:** 34 encuestados (40%)
- **40 a más:** 14 encuestados (16%)

**SEXO**

- **Masculino:** 23 encuestados (27%)
- **Femenino:** 63 encuestados (73%)

**1.3 NUMERO DE INTEGRATES POR FAMILIA**

- **1-3 Integrantes:** 28 encuestados (33%)
- **4 integrantes:** 23 encuestados (27%)
- **5 integrantes:** 20 encuestados (23%)
- **Más de 5 integrantes:** 15 encuestados (17%)

**1.4 CONDICION DEL ENCUESTADO**

- **Segregador:** 21 encuestados (24%)
- **Afectado directo:** 16 encuestados (19%)
- **Afectado indirecto:** 49 encuestados (57%)

**II. DEL SEGREGADOR**

**2.1. ¿Cree usted que al realizar su trabajo afecta su salud? ¿Porque?**

- **Si:** 21 personas (100%)
- **No:** 0 personas (0%)

**2.2. ¿Al momento de segreggar los residuos sólidos usted utiliza alguna medida para proteger su salud? ¿Cómo?**

- **Si:** 13 Personas (62%)
  - a) **Guantes, botas y mascarilla:** 3 encuestados (14%)
  - b) **Mamelucos:** 2 encuestados (10%)
  - c) **Botas:** 3 encuestados (14%)
  - d) **Guantes:** 5 encuestados (24%)
- **No:** 08 personas (38%)



**2.3. ¿Usted ha recibido asistencia social, charla de sensibilización y capacitación con relación a los residuos sólidos por parte por dela Municipalidad Distrital o Provincial?**

- Si: 08 encuestados (38%)
- No: 13 encuestados (62%)

**2.4. Durante la segregación de residuos sólidos. ¿Se ha visto afectado por residuos hospitalarios, como jeringas, agujas, etc.?**

- Si: 15 encuestados (75%)
  - a) Vidrios: 8 Encuestados (42%)
  - b) Jeringas y agujas: 7 Encuestados (33%)
- No: 6 encuestados (25%)

**2.5 Usted o algún miembro de la familia. ¿Ha sido víctima de transmisión de organismos patógenos de animales infectados al hombre, por contacto por el suelo, alimentos, agua y por la crianza de animales alimentados por residuos orgánicos contaminados?**

- Si: 13 encuestados (63%)
- No: 8 encuestados (37%)

**2.6 ¿Cree usted que se ha incrementado los vectores de enfermedades tales como moscas, cucarachas, zancudos, mosquitos tanto por las zonas aledañas al botadero y en que época del año?**

- Si: 56 encuestados (87%)
  - a) Secas: 48 encuestados (85%)
  - b) Lluvias: 8 encuestados (2%)
- No: 9 encuestados (13%)

### **III. DE LOS AFECTADOS DIRECTOS E INDIRECTOS**

**3.1. ¿Usted se siente afectado por la ubicación del botadero de residuos sólidos? ¿Cómo?**

- Afectados: 45 encuestados (69%)
  - a) Alteración paisajística: 7 Encuestados (11%)
  - b) Recurrencia de animales: 9 Encuestados (14%)
  - c) Mal olor: 9 encuestados (14%)
  - d) Contaminación de animales de pastoreo: 12 Encuestados (18%)
  - e) Niños enfermos: 8 Encuestados (12%)
- No afectados: 20 encuestados (31%)

**3.2. ¿Qué molestias ha detectado usted por el manejo del botadero?**

- Propagación de moscas: 24 encuestados. (37%)
- Descomposición mal olor: 18 encuestados. (27%)
- Humo: 11 encuestados. (18%)
- Polvo: 06 encuestados. (9%)
- Ninguna: 06 encuestados. (9%)

**3.3. Usted o algún miembro de la familia. ¿Ha sido víctima de transmisión de organismos patógenos de animales infectados al hombre, por contacto por el suelo, alimentos, agua y por la crianza de animales alimentados por residuos orgánicos contaminados?**

- **Si:** 23 personas (35%)
  - a) **Problemas de la piel:** 1 Encuestados (2%)
  - b) **Sarpullidos y ronchas:** 4 Encuestados (6%)
  - c) **Dolor de estómago:** 5 Encuestados (8%)
  - d) **Diarrea:** 9 encuestados (14%)
  - e) **Fiebre:** 3 encuestados (5%)
- **No:** 42 personas (65%)

**3.4. ¿Qué animales recurren con mayor frecuencia a su vivienda por causa de la ubicación del botadero?**

- **Moscas:** 25 encuestados. (36%)
- **Ovinos y vacunos:** 06 encuestados. (9%)
- **Roedores:** 06 encuestados. (9%)
- **Canes:** 15 encuestados. (23%)
- **Porcinos:** 11 encuestados. (18%)
- **Ninguna:** 03 encuestados. (5%)

**3.5. ¿Usted ha recibido asistencia social, charla de sensibilización y capacitación con relación a los residuos sólidos por parte por dela municipalidad Distrital o Provincial?**

- **Si:** 04 encuestados (9%)
- **No:** 61 encuestados (91%)

**3.6. ¿Dónde cree usted que debería ser la ubicación del botadero de residuos sólidos?**

- **Alejado del pueblo:** 30 encuestados. (46%)
- **Lejos del Rio:** 15 encuestados. (23%)
- **Descampado:** 9 encuestados. (14%)
- **No opina:** 11 encuestados. (17%)

## ANEXO N°: 03

### FICHA DE EVALUACIÓN DE BOTADEROS

**1 RESPONSABLE DE LA EVALUACIÓN**

1.6 FICHA No.

1.1 Nombre	1.3 Especialidad	
1.2 Profesión		
1.4 Institución		
1.5 Otros participantes		
		1.7 FECHA

**2 INFORMACIÓN GENERAL**

**2.1 DENOMINACIÓN**

**2.2 UBICACIÓN**

2.2.1 Ciudad/Loc.		
2.2.2 Departamento		
2.2.3 Provincia		
2.2.4 Distrito		
2.2.5 Distancia al poblado más cercano		
2.3 ÁREA OCUPADA		
2.4 SITUAC. ACTUAL		
2.5 VOLUMEN R.S.	2.6.Total Acumulado	PPC

**2.7 CROQUIS DE LOCALIZACIÓN**

**2.8 PRINCIPALES USUARIOS**

1)	%
2)	%
3)	%
4)	%
5)	%

**2.9 ACCESIBILIDAD**

2.9.1 Vía acceso:	2.9.2.Distancia:
2.9.3 Material Vial	2.9.4.Estado .

**2.10 PROPIETARIO DEL TERRENO OCUPADO**

Inscripción en Registros Públicos

**2.11 INFRAESTRUCTURA EXISTENTE**

2.11.1 Red de agua
2.11.2 Red de desagüe
2.11.3 Red de energía

**2.12 VIDA ÚTIL Y USO POTENCIAL**

2.12.1 FECHA DE INICIO BOTADERO:
2.12.2 TIEMPO DE VIDA DEL BOTADERO
2.12.3 USO POTENCIAL DEL ÁREA OCUPADA

**2.13 CONDICIONES DE OPERACIÓN**

2.13.1 Autorización	2.13.2 Otros documentos
2.13.3 Operador	2.13.4 Personal
2.13.5 Operación	2.13.6 Cant. equipo
2.13.7 Tipo transporte	2.13.8 Nro. camiones

### 3. CARACTERÍSTICAS GEOFÍSICAS DE LA ZONA DEL BOTADERO

#### 3.1. CLIMATOLOGIA

Indicador	Oct- Mar	Abril- Set
T° Maxima°C		
T° Minima °C		
T° Media °C		
Precipitacion total mm		
Precipitacion media mm		

#### 3.2 HIDROLOGÍA

3.2.1	Distancia a cuerpo(s) de agua
3.2.2	Profundidad de la napa freática
3.2.3	Distancia a Acuífero o toma de agua

#### 3.3 VULNERABILIDAD

- 3.3.1 Zona sísmica, de fallas, agrietamiento
- 3.3.2 Zona de huaycos, derrumbes, avalanchas, aluviones
  
- 3.3.3 Zona inundable

### 4 EFECTOS AMBIENTALES

#### 4.1 TIPO Y PROCEDENCIA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

4.1.1	Orgánicos	%
4.1.2	Papel/cartón	%
4.1.3	Plástico	%
4.1.4	Vidrio	%
4.1.5	Hospitalarios	%
4.1.6	Industrial	

#### 4.2 PRESENCIA DE VECTORES

4.2.1	Perros
4.2.2	Roedores
4.2.3	Aves
4.2.4	Mosquitos
4.2.5	Otros

#### 4.3. EFECTOS NEGATIVOS EN EL AIRE

4.3.1	Polvo
4.3.2	Gases
4.3.3	Humo
4.3.4	Olor
4.3.5	Ruido

4.6 IMPACTOS SÓLIDOS

4.6.1 Fauna	
4.6.2 Flora	
4.6.3 Especies endémicas impactadas	

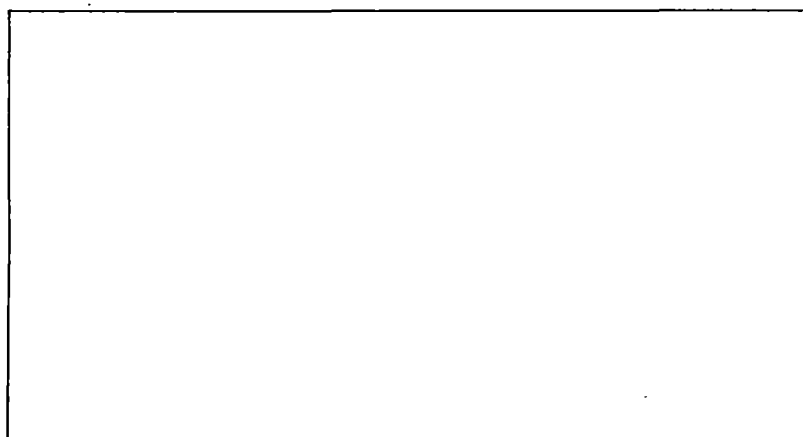
4.7 OTRAS ALTERACIONES

4.7.1 Patrimonio cultural o natural	
4.7.2 Paisaje	
4.7.3 Turísticos	
4.7.4 Afectación de otras actividades	

5. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS Y DE SALUD

5.1 SEGREGACIÓN	Empadronados	No empadronados	Condiciones laborales	Asistencia social recibida
Hombres				
Mujeres				
Niños				
5.2 CRIANZA DE ANIMALES	Autoconsumo	Cantidad de animales	Para comercializar	Cantidad de animales
Cerdos				
Aves				
Otros				
5.3 SALUD PÚBLICA				
Enfermedades	Hombres	Mujeres	Niños	Observaciones:
I.D.A.				
I.R.A.				
T.B.C.				
Desnutrición				
Otras				
5.4 VIVIENDAS	Número	Familias	Personas	Observaciones:

FOTOGRAFÍA DEL BOTADERO



## ANEXO N°: 04

### FICHA TECNICA PARA CATEGORIZACION DE LOS BOTADEROS

<b>1. Cantidad de residuos y área que ocupa</b>									
Calidad Puntaje	Botadero pequeño		Botadero mediano 5,0		Botadero grande 8,0		Botadero muy grande 10,0		
Superficie que abarca	Hasta 0,99 ha	0,5	1,0 a 4,9 ha	1,0	5,0 - 9,9 ha	2,0	10,0 - 30,0 has, o más	3,0	
Cantidad diaria de residuos que se arrojan	Hasta 20 t/día	0,5	20 - 50 t/día	2,0	50 a 100 t n/día	3,0	+ de 100 t/día	3,0	
Cantidad aproximada de residuos acumulados	Hasta 15.000 t	1,0	Hasta 55.000 t	2,0	Hasta 600.000 t	3,0	+ de 600.000 t	4,0	
<b>2. Presencia de residuos peligrosos</b>									
Calidad Puntaje	Ning uno		Poco 5,0		Moderado 10,0		Abundante 15,0		
Arrojo de residuos hospitalarios	Nulo	0,0	Recolectados conjuntamente con residuos domésticos de pequeños establecimientos de salud	2,5	Recolectados conjuntamente con residuos domésticos de pequeños y medianos establecimientos de salud	5,0	Recolectados, transportados y arrojados en el botadero por unidades destinadas exclusivamente a este servicio	7,5	
Arrojo de residuos industriales	Nulo	0,0	Cantidad mínima	2,5	Cantidad moderada	5,0	Cantidad considerable	7,5	
<b>3. Tiempo de actividad del botadero</b>									
Calidad Puntaje	Botadero reciente 2,0		Bot medianamente reciente 5,0		Botadero antiguo 8,0		Botadero muy antiguo 10,		
Tiempo de actividad del botadero	Hasta 1,9 años		de 2,0 a 4,9 años		De 5,0 a 9,9 años		+ de 10,0 años		
<b>4. Cercanía a poblados a viviendas</b>									
Calidad Puntaje	Favorable 1,0		Medianamente favorable 7,0		Poco favorable 14,0		Desfavorable 20,0		
Cercanía a viviendas	Apartado más de 500 m de las viviendas mas cercanas		Apartado hasta 500 m de las viviendas mas cercanas		Colindante a viviendas periféricas		Dentro de la población		
<b>5. Por las características geofísicas de la zona</b>									
Calidad Puntaje	Favorable 0,0		Medianamente favorable 2,0		Poco favorable 4,0		Desfavorable 5,0		
Precipitación pluvial total anual	Muy seco	0,0	Seco	1,0	Moderado	2,0	Húmedo	2,0	
	menor 100 mm								100 mm - 500 mm
Temperatura promedio anual	Frio	0,0	Moderado	1,0	Cálido	2,0	Muy cálido	1,0	
	0°C-11°C								12°C - 18°C
Condiciones geológicas e hidrogeomorfológicas	Estable (**) y no existe curso de agua subterránea en el sitio o está a una profundidad mayor de 10 m		0,0				No estable y existe curso de agua subterránea en el sitio a una profundidad menor de 10 m de la superficie		
<b>6. Aspectos socioeconómicos y riesgos a la salud</b>									
Calidad Puntaje	Bajo riesgo 0,0		Moderado riesgo 13,0		Alto riesgo 27,0		Muy alto riesgo 40,0		
Actividad de segregación	No existe	0,0	Mínima	3,0	Moderada	9,0	Intensa	10,	
Crianza de aves y ganado porcino	No existe	0,0	Mínima	4,0	Moderada	9,0	Intensa	10,	
Presencia de vectores	Mínima	0,0	Poca	3,0	Abundante	9,0	Muy abundante	10,	
Quema de basura	No existe	0,0	Quema esporádica	3,0			Quema indiscriminada	10,	

**ANEXO N°: 05**

**UBICACIÓN DE PUNTO DE INVESTIGACION**

Cuerpo de agua:

Clasificación del cuerpo de agua   
(categoría de acuerdo al RJ N° 2012-2010-ANA)

Cuenca, Subcuenca

**IDENTIFICACION DE PUNTO**

**UBICACIÓN**

Centro poblado/ Comunidad:  Distrito:  Provincia:

Coordenadas U.T.M. (WGS84 ó PSAD56)

Norte:  Este:  Zona:

Altitud:

Croquis de ubicación del punto de monitoreo (referencia)

Fotografía (tomada mínimo a 20m de distancia del punto)

Elaborado por: -----

Fecha: / /

Fuente: Elaboración propia, 2013

## ANEXO N°: 06

Categorización de botaderos 2013.

Nombre del Botadero:	Matara
Distrito:	Pisac

1. Cantidad de residuos y área que ocupa										Puntaje
Calidad Puntaje	Botadero pequeño (2,0)		Botadero mediano (5,0)		Botadero grande (8,0)		Botadero muy grande (10,0)			
Superficie que abarca	Hasta 0,99 ha	0,5	1,0 a 4,9 ha	1,0	5,0 - 9,9 ha	2,0	10,0 - 30,0 has, o más	3,0		
Cantidad diaria de residuos que se arrojan	Hasta 20 t/día	0,5	20 - 50 t/día	2,0	50 a 100 t/día	3,0	+ de 100 t/día	3,0		
Cantidad aproximada de residuos acumulados	Hasta 15.000	1,0	Hasta 55.000 t	2,0	hasta 600.000 t	3,0	+ de 600.000 t	4,0		<b>2,0</b>
2. Presencia de residuos peligrosos										
Calidad de Puntaje	Ninguno 0,0		Poco 5,0		Moderado 10,0		Abundante 15,0			
Arrojo de residuos hospitalarios	Nulo	0	Recolectados conjuntamente con residuos domésticos de pequeños establecimientos de salud	2,5	Recolectados conjuntamente con residuos domésticos de pequeños y medianos establecimientos de salud	5,0	Recolectados, transportados y arrojados en el botadero por unidades destinadas exclusivamente a este servicio	7,5		
Arrojo de residuos industriales	Nulo	0	Cantidad mínima	2,5	Cantidad moderada	5,0	Cantidad considerable	7,5		<b>5,0</b>
3. Tiempo de actividad del botadero										
Calidad de Puntaje	Botadero reciente 2,0		Bot. medianamente reciente 5,0		Botadero antiguo 8,0		Botadero muy antiguo 10,0			
Tiempo de actividad del botadero	hasta 1,9 años	2,0	de 2,0 a 4,9 años	5,0	de 5,0 a 9,9 años	8,0	+ de 10,0 años	10,0		<b>10,0</b>
4. Cercanía a poblados y viviendas										
Calidad de Puntaje	Favorable 1,0		Medianamente favorable 7,0		Poco favorable 14,0		Desfavorable 20,0			
Cercanía a viviendas	Apartado más de 500 m de las viviendas más cercanas	1,0	Apartado hasta 500 m de las viviendas más cercanas	7,0	Colindante a viviendas periféricas	14,0	Dentro de la población	20,0		<b>1,0</b>
5. Por las características geofísicas de la zona										
Calidad de Puntaje	Favorable 0,0		Medianamente favorable 2,0		Poco favorable 4,0		Desfavorable 5,0			
Precipitación pluvial total anual	Muy seco menor 100 mm.	0,0	Seco 100 mm - 500 mm	1,0	Moderado 500 mm - 1500 mm	2,0	Húmedo + de 1500 mm	2,0		
Temperatura promedio anual	Frio 0°C-11°C	0,0	Moderado 12°C - 18°C	1,0	Cálido 19°C - 24°C	2,0	Muy cálido 25°C - 40°C	1,0		
Condiciones geológicas e hidrogeomorfológicas	Estable y no existe curso de agua subterránea en el sitio o está a una profundidad mayor de 10 m	0,0					No estable y existe curso de agua subterránea en el sitio a una profundidad menor de 10 m de la	2,0		<b>3,0</b>
6. Aspectos socioeconómicos y riesgos a la salud										
Calidad de Puntaje	Bajo riesgo 0,0		Moderado riesgo 13,0		Alto riesgo 27,0		Muy alto riesgo 40,0			
Actividad de segregación	No existe	0,0	Mínima	3,0	Moderada	9,0	Intensa	10,0		
Crianza de aves y ganado porcino	No existe	0,0	Mínima	4,0	Moderada	9,0	Intensa	10,0		
Presencia de vectores	No existe	0,0	Poca	3,0	Abundante	9,0	Muy abundante	10,0		
Quema de basura	No existe	0,0	Quema esporádica	3,0			Quema indiscriminada	10,0		<b>30,0</b>

Total %	Categorización
71 - 100	Alto riesgo
31 - 70	Moderado riesgo
05 - 30	Bajo riesgo

<b>Puntaje Total</b>	<b>51,0</b>
----------------------	-------------



Categorización de botaderos 2013.

Nombre del Botadero:	Playachayoc
Distrito:	Coya

1. Cantidad de residuos y área que ocupa									Puntaje
Calidad Puntaje	Botadero pequeño (2,0)		Botadero mediano (5,0)		Botadero grande (8,0)		Botadero muy grande (10,0)		
Superficie que abarca	Hasta 0,99 ha	0,5	1,0 a 4,9 ha	1,0	5,0 - 9,9 ha	2,0	10,0 - 30,0 has, o más	3,0	
Cantidad diaria de residuos que se arrojan	Hasta 20 t/día	0,5	20 - 50 t/día	2,0	50 a 100 t/día	3,0	+ de 100 t/día	3,0	
Cantidad aproximada de residuos acumulados	Hasta 15.000	1,0	Hasta 55.000 t	2,0	hasta 600.000 t	3,0	+ de 600.000 t	4,0	<b>2.0</b>

2. Presencia de residuos peligrosos									Puntaje
Calidad de Puntaje	Ninguno 0,0		Poco 5,0		Moderado 10,0		Abundante 15,0		
Arrojo de residuos hospitalarios	Nulo	0	Recolectados conjuntamente con residuos domésticos de pequeños establecimientos de salud	2,5	Recolectados conjuntamente con residuos domésticos de pequeños y medianos establecimientos de salud	5,0	Recolectados, transportados y arrojados en el botadero por unidades destinadas exclusivamente a este servicio	7,5	
Arrojo de residuos industriales	Nulo	0	Cantidad mínima	2,5	Cantidad moderada	5,0	Cantidad considerable	7,5	<b>2.5</b>

3. Tiempo de actividad del botadero									Puntaje
Calidad de Puntaje	Botadero reciente 2,0		Bot. medianamente reciente 5,0		Botadero antiguo 8,0		Botadero muy antiguo 10,0		
Tiempo de actividad del botadero	hasta 1,9 años	2,0	de 2,0 a 4,9 años	5,0	de 5,0 a 9,9 años	8,0	+ de 10,0 años	10,0	<b>10.0</b>

4. Cercanía a poblados y viviendas									Puntaje
Calidad de Puntaje	Favorable 1,0		Medianamente favorable 7,0		Poco favorable 14,0		Desfavorable 20,0		
Cercanía a viviendas	Apartado más de 500 m de las viviendas más cercanas	1,0	Apartado hasta 500 m de las viviendas más cercanas	7,0	Cóndante a viviendas periféricas	14,0	Dentro de la población	20,0	<b>14.0</b>

5. Por las características geofísicas de la zona									Puntaje
Calidad de Puntaje	Favorable 0,0		Medianamente favorable 2,0		Poco favorable 4,0		Desfavorable 5,0		
Precipitación pluvial total anual	Muy seco menor 100 mm.	0,0	Seco 100 mm - 500 mm	1,0	Moderado 500 mm - 1500 mm	2,0	Húmedo + de 1500 mm	2,0	
Temperatura promedio anual	Frio 0°C-11°C	0,0	Moderado 12°C - 18°C	1,0	Cálido 19°C - 24°C	2,0	Muy cálido 25°C - 40°C	1,0	
Condiciones geológicas e hidrogeomorfológicas	Estable y no existe curso de agua subterránea en el sitio o está a una profundidad mayor de 10 m	0,0					No estable y existe curso de agua subterránea en el sitio a una profundidad menor de 10 m de la	2,0	<b>3.0</b>

6. Aspectos socioeconómicos y riesgos a la salud									Puntaje
Calidad de Puntaje	Bajo riesgo 0,0		Moderado riesgo 13,0		Alto riesgo 27,0		Muy alto riesgo 40,0		
Actividad de segregación	No existe	0,0	Mínima	3,0	Moderada	9,0	Intensa	10,0	
Crianza de aves y ganado porcino	No existe	0,0	Mínima	4,0	Moderada	9,0	Intensa	10,0	
Presencia de vectores	No existe	0,0	Poca	3,0	Abundante	9,0	Muy abundante	10,0	
Quema de basura	No existe	0,0	Quema esporádica	3,0			Quema indiscriminada	10,0	<b>18.0</b>

**Puntaje Total 49.5**

Total %	Categorización
71 - 100	Alto riesgo
31 - 70	Moderado riesgo
05 - 30	Bajo riesgo

Categorización de botaderos 2013.

Nombre del Botadero:	Campanachayoc
Distrito:	Lamay

1. Cantidad de residuos y área que ocupa											Puntaje
Calidad Puntaje	Botadero pequeño (2,0)		Botadero mediano (5,0)		Botadero grande (8,0)		Botadero muy grande (10,0)				
Superficie que abarca	Hasta 0,99 ha	0,5	1,0 a 4,9 ha	1,0	5,0 - 9,9 ha	2,0	10,0 - 30,0 has, o más	3,0			
Cantidad diaria de residuos que se arrojan	Hasta 20 t/día	0,5	20 - 50 t/día	2,0	50 a 100 t/día	3,0	+ de 100 t/día	3,0			
Cantidad aproximada de residuos acumulados	Hasta 15.000	1,0	Hasta 55.000 t	2,0	hasta 600.000 t	3,0	+ de 600.000 t	4,0			<b>2,0</b>
2. Presencia de residuos peligrosos											
Calidad de Puntaje	Ninguno 0,0		Poco 5,0		Moderado 10,0		Abundante 15,0				
Arrojo de residuos hospitalarios	Nulo	0	Recolectados conjuntamente con residuos domésticos de pequeños establecimientos de salud	2,5	Recolectados conjuntamente con residuos domésticos de pequeños y medianos establecimientos de salud	5,0	Recolectados, transportados y arrojados en el botadero por unidades destinadas exclusivamente a este servicio	7,5			
Arrojo de residuos industriales	Nulo	0	Cantidad mínima	2,5	Cantidad moderada	5,0	Cantidad considerable	7,5			<b>2,5</b>
3. Tiempo de actividad del botadero											
Calidad de Puntaje	Botadero reciente 2,0		Bot. medianamente reciente 5,0		Botadero antiguo 8,0		Botadero muy antiguo 10,0				
Tiempo de actividad del botadero	hasta 1,9 años	2,0	de 2,0 a 4,9 años	5,0	de 5,0 a 9,9 años	8,0	+ de 10,0 años	10,0			<b>8,0</b>
4. Cercanía a poblados y viviendas											
Calidad de Puntaje	Favorable 1,0		Medianamente favorable 7,0		Poco favorable 14,0		Desfavorable 20,0				
Cercanía a viviendas	Apartado más de 500 m de las viviendas más cercanas	1,0	Apartado hasta 500 m de las viviendas más cercanas	7,0	Colindante a viviendas periféricas	14,0	Dentro de la población	20,0			<b>14,0</b>
5. Por las características geofísicas de la zona											
Calidad de Puntaje	Favorable 0,0		Medianamente favorable 2,0		Poco favorable 4,0		Desfavorable 5,0				
Precipitación pluvial total anual	Muy seco	0,0	Seco	1,0	Moderado	2,0	Húmedo	2,0			
	menor 100 mm.		100 mm - 500 mm		500 mm - 1500 mm		+ de 1500 mm				
Temperatura promedio anual	Frio	0,0	Moderado	1,0	Cálido	2,0	Muy cálido	1,0			
	0°C - 11°C		12°C - 18°C		19°C - 24°C		25°C - 40°C				
Condiciones geológicas e hidrogeomorfológicas	Estable y no existe curso de agua subterránea en el sitio o está a una profundidad mayor de 10 m	0,0					No estable y existe curso de agua subterránea en el sitio a una profundidad menor de 10 m de la	2,0			<b>3,0</b>
6. Aspectos socioeconómicos y riesgos a la salud											
Calidad de Puntaje	Bajo riesgo 0,0		Moderado riesgo 13,0		Alto riesgo 27,0		Muy alto riesgo 40,0				
Actividad de segregación	No existe	0,0	Mínima	3,0	Moderada	9,0	Intensa	10,0			
Crianza de aves y ganado porcino	No existe	0,0	Mínima	4,0	Moderada	9,0	Intensa	10,0			
Presencia de vectores	No existe	0,0	Poca	3,0	Abundante	9,0	Muy abundante	10,0			
Quema de basura	No existe	0,0	Quema esporádica	3,0			Quema indiscriminada	10,0			<b>13,0</b>

**Puntaje Total 42,5**

Total %	Categorización
71 - 100	Alto riesgo
31 - 70	Moderado riesgo
05 - 30	Bajo riesgo

Categorización de botaderos 2013.

Nombre del Botadero:	Kaytupampa
Distrito:	Calca

1. Cantidad de residuos y área que ocupa										Puntaje
Calidad Puntaje	Botadero pequeño (2,0)		Botadero mediano (5,0)		Botadero grande (8,0)		Botadero muy grande (10,0)			
Superficie que abarca	Hasta 0,99 ha	0,5	1,0 a 4,9 ha	1,0	5,0 - 9,9 ha	2,0	10,0 - 30,0 has, o más	3,0		2.0
Cantidad diaria de residuos que se arrojan	Hasta 20 t/día	0,5	20 - 50 t/día	2,0	50 a 100 t/día	3,0	+ de 100 t/día	3,0		
Cantidad aproximada de residuos acumulados	Hasta 15.000	1,0	Hasta 55.000 t	2,0	hasta 600.000 t	3,0	+ de 600.000 t	4,0		
2. Presencia de residuos peligrosos										
Calidad de Puntaje	Ninguno 0,0		Poco 5,0		Moderado 10,0		Abundante 15,0			
Arrojo de residuos hospitalarios	Nulo	0	Recolectados conjuntamente con residuos domésticos de pequeños establecimientos de salud	2,5	Recolectados conjuntamente con residuos domésticos de pequeños y medianos establecimientos de salud	5,0	Recolectados, transportados y arrojados en el botadero por unidades destinadas exclusivamente a este servicio	7,5		5.0
Arrojo de residuos industriales	Nulo	0	Cantidad mínima	2,5	Cantidad moderada	5,0	Cantidad considerable	7,5		
3. Tiempo de actividad del botadero										
Calidad de Puntaje	Botadero reciente 2,0		Bot. medianamente reciente 5,0		Botadero antiguo 8,0		Botadero muy antiguo 10,0			
Tiempo de actividad del botadero	hasta 1,9 años	2,0	de 2,0 a 4,9 años	5,0	de 5,0 a 9,9 años	8,0	+ de 10,0 años	10,0		10.0
4. Cercanía a poblados y viviendas										
Calidad de Puntaje	Favorable 1,0		Medianamente favorable 7,0		Poco favorable 14,0		Desfavorable 20,0			
Cercanía a viviendas	Apartado más de 500 m de las viviendas más cercanas	1,0	Apartado hasta 500 m de las viviendas más cercanas	7,0	Cóndante a viviendas periféricas	14,0	Dentro de la población	20,0		14.0
5. Por las características geofísicas de la zona										
Calidad de Puntaje	Favorable 0,0		Medianamente favorable 2,0		Poco favorable 4,0		Desfavorable 5,0			
Precipitación pluvial total anual	Muy seco menor 100 mm.	0,0	Seco 100 mm - 500 mm	1,0	Moderado 500 mm - 1500 mm	2,0	Húmedo + de 1500 mm	2,0		3.0
Temperatura promedio anual	Frio 0°C-11°C	0,0	Moderado 12°C - 18°C	1,0	Cálido 19°C - 24°C	2,0	Muy cálido 25°C - 40°C	1,0		
Condiciones geológicas e hidrogeomorfológicas	Estable y no existe curso de agua subterránea en el sitio o está a una profundidad mayor de 10 m	0,0					No estable y existe curso de agua subterránea en el sitio a una profundidad menor de 10 m de la	2,0		
6. Aspectos socioeconómicos y riesgos a la salud										
Calidad de Puntaje	Bajo riesgo 0,0		Moderado riesgo 13,0		Alto riesgo 27,0		Muy alto riesgo 40,0			
Actividad de segregación	No existe	0,0	Mínima	3,0	Moderada	9,0	Intensa	10,0		25.0
Crianza de aves y ganado porcino	No existe	0,0	Mínima	4,0	Moderada	9,0	Intensa	10,0		
Presencia de vectores	No existe	0,0	Poca	3,0	Abundante	9,0	Muy abundante	10,0		
Quema de basura	No existe	0,0	Quema esporádica	3,0			Quema indiscriminada	10,0		
<b>Puntaje Total</b>										<b>59.0</b>

Total %	Categorización
71 - 100	Alto riesgo
31 - 70	Moderado riesgo
05 - 30	Bajo riesgo

## ANEXO N°: 07

### FOTOGRAFIAS

- Muestreo y análisis in situ de agua del río Vilcanota

1



2



3



4



5



6



**Fotografía N°. 01:** Toma de muestra de agua en el tributario del río Vilcanota colindante al botadero de Kaytupampa en calca.

**Fotografía N°. 02:** Muestreo de agua para la determinación de oxígeno disuelto.

**Fotografías N°. 03, 04 y 05:** Determinación de OD in situ.

**Fotografía N°. 06:** Etiquetado de muestras para la determinación de metales pesados.

- Muestreo de lixiviado del área de estudio

7



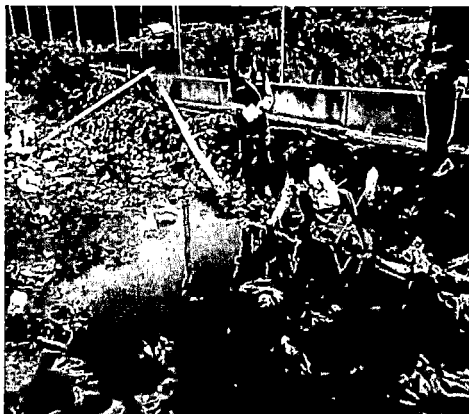
8



9



10



**Fotografía N°. 07:** Toma de muestra lixiviado del botadero de Kaytupampa (Calca)

**Fotografía N°. 08:** Toma de muestra de lixiviado del botadero de Playachayoc (Coya)

**Fotografía N°. 09:** Toma de muestra de lixiviado del botadero de Campanachayoc (Lamay)

**Fotografía N°.10:** toma de muestra de lixiviado del botadero de Matara (Pisac)

- Muestreo de suelo de cada uno de los botaderos del área de estudio

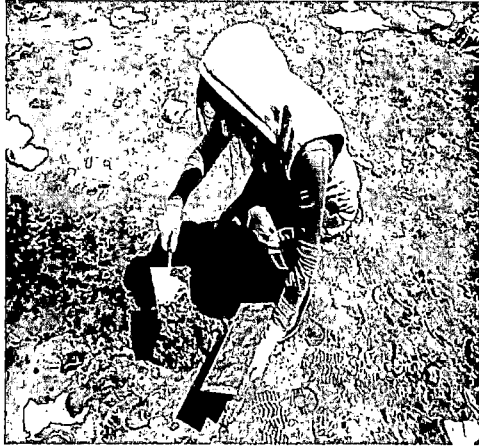
11



12



13



14



**Fotografía N°. 11:** Toma de muestra suelo del botadero de Kaytupampa (Calca)

**Fotografía N°. 12:** Toma de muestra de suelo del botadero de Playachayoc (Coya)

**Fotografía N°. 13:** Toma de muestra de suelo del botadero Matara (Pisac )

**Fotografía N°.14:** Etiquetado de muestras de suelo

• Análisis físicos in situ de agua del río Vilcanota, lixiviado y suelos de los botaderos en estudio

15



16



17



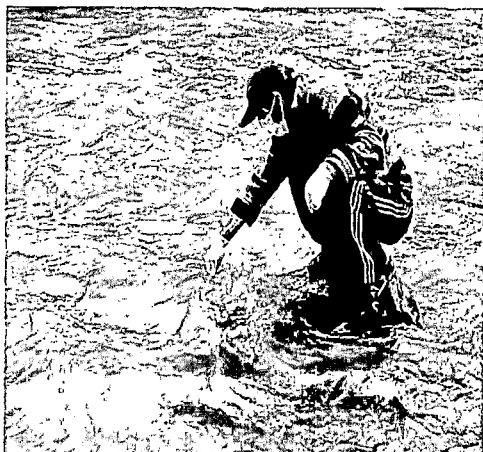
18



**Fotografías N°.15, 16, 17 y 18:** Medición del caudal del río Vilcanota utilizando el correntómetro en cada punto. (Calca, Lamay, Coya y Pisac respectivamente)

- Toma de temperatura in situ del agua lixiviado y suelos de los botaderos en estudio

19



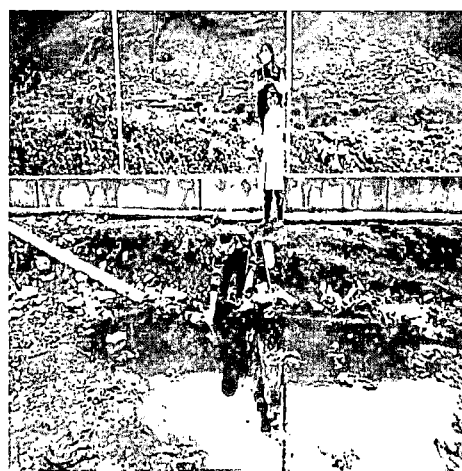
20



21



22



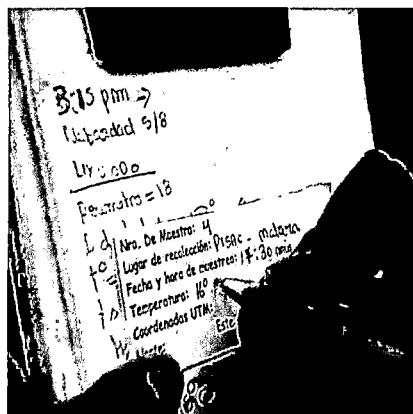
Fotografías N°. 19 y 20: Toma de temperatura de agua in situ, del área de estudio

Fotografía N°. 21: Toma de temperatura del suelo in situ.

Fotografía N°. 22: Toma de temperatura de lixiviado in situ

- Toma de muestra

23



24



25



Fotografías N°. 23, 24 y 25: Etiquetado de cada una de las muestras in situ

- Fotografías de la aplicación de encuestas

26



27



28



29



**Fotografía N°. 26:** Entrevista y encuestas a las autoridades del sector salud.

**Fotografías N°. 27 y 28:** Aplicación de encuestas a la población que vive cerca a los botaderos

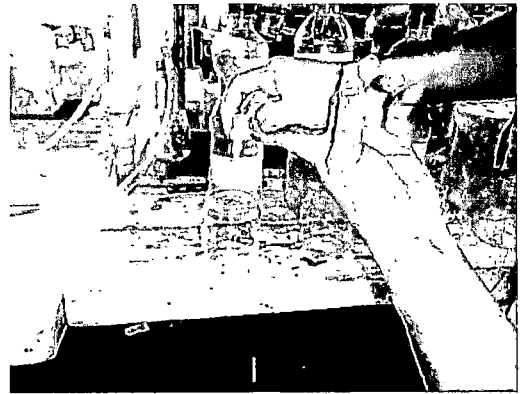
**Fotografía N°. 29:** Aplicación de encuestas a los segregadores del botadero de Kaytupampa en la localidad de Calca.

- Trabajo en laboratorio

30



31

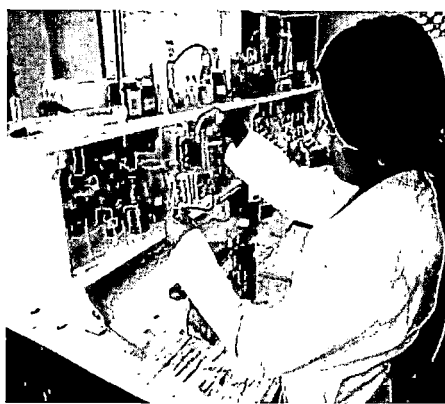




32



33



34



35



36



37



**Fotografías N°. 30, 31, 32 y 33:** Procesamiento de muestras para la determinación de dureza total, sulfatos DBO, DQO y metales pesados en aguas.

**Fotografías N°. 34 y 35:** procesamiento de muestras para determinación de materia orgánica, fósforo, nitrógeno total y conductividad eléctrica.

**Fotografías N°. 36 y 37:** Procesamiento de muestras para la determinación de metales pesados.



# AQUALAB

Laboratorio de Ciencias Naturales: Análisis de aguas, suelos y servicios afines  
COVIDUC A-4 San Sebastián - Cusco  
Telf. 271966 RUC.: 10238163001

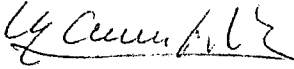
## ANALISIS DE LIXIVIADO

**SOLICITANTE** : Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.  
**FECHA** : 17 - 02 - 2013

### METALES PESADOS

DETERMINACIONES	Bo.Pisac	Bo.Coya	Bo.Lamay	Bo.Claca
Plomo mg/L	0.01	0.01	0.02	0.02
Cadmio mg/L	0.000	0.000	0.000	0.001
Cromo mg/L	0.01	0.01	0.01	0.01

Bo.Pisac : Lixiviado del botadero de Pisac  
Bo.Coya : Lixiviado del botadero de Coya  
Bo.Lamay : Lixiviado del botadero de Lamay  
Bo.Claca : Lixiviado del botadero de Calca

  
**MARIO CUMPA CAYURI**  
INGENIERO QUIMICO  
Cta. del Colegio de Ingenieros N°. 1618





# AQUALAB

Laboratorio de Ciencias Naturales: Análisis de aguas, suelos y servicios afines  
COVIDUC A-4 San Sebastián - Cusco  
Telf. 271966 RUC.: 10238163001

## ANALISIS DE AGUA DEL RIO VILCANOTA

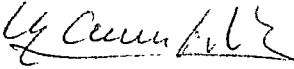
SOLICITANTE : Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.  
FECHA : 12 - 02 - 2013

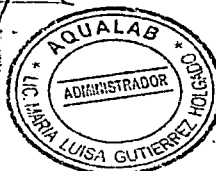
### METALES PESADOS

### RESULTADOS

DETERMINACIONES	RV.BLA	RV2.PIS	RV3.COY	RV3.LAM	RV4.CAL	T.CAL
Plomo mg/L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cadmio mg/L	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cromo mg/L	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00

RV.BLA: Río Vilcanota, 500m aguas arriba del botadero de Pisac  
RV1.PIS: Río Vilcanota, 50 m aguas abajo del botadero de Pisac  
RV2.COY: Río Vilcanota, 50 m aguas abajo del botadero de Coya  
RV3.LAM: Río Vilcanota, 50 m aguas abajo del botadero de Lamay  
RV4.CAL: Río Vilcanota, 50m aguas abajo del botadero de Calca  
T.CAL: tributario del rio Vilcanota colindante al botadero de Calca

  
**MARIO CUMPA CAYURI**  
INGENIERO QUIMICO  
Sex. del Colegio de Ingenieros N°. 1618





# AQUALAB

Laboratorio de Ciencias Naturales: Análisis de aguas, suelos y servicios afines  
COVIDUC A-4 San Sebastián - Cusco  
Telf. 271966 RUC.: 10238163001

## ANALISIS DE AGUA DEL RIO VILCANOTA

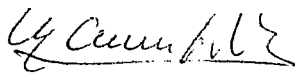
SOLICITANTE : Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.  
FECHA : 15 - 06 - 2013

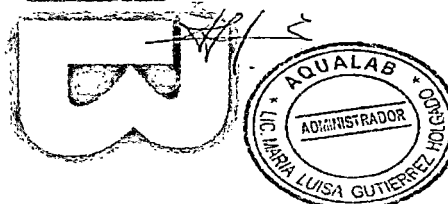
### METALES PESADOS

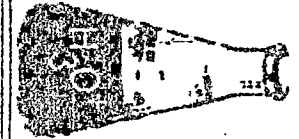
ED  
OD  
RESULTADOS

DETERMINACIONES	RV.BLA	RV2.PIS	RV3.COY	RV3.LAM	RV4.CAL	T.CAL
Plomo mg/L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cadmio mg/L	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cromo mg/L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

RV.BLA: Río Vilcanota, 500m aguas arriba del botadero de Pisac  
RV1.PIS: Río Vilcanota, 50 m aguas abajo del botadero de Pisac  
RV2.COY: Río Vilcanota, 50 m aguas abajo del botadero de Coya  
RV3.LAM: Río Vilcanota, 50 m aguas abajo del botadero de Lamay  
RV4.CAL: Río Vilcanota, 50m aguas abajo del botadero de Calca

  
**MARIO CUMPA CAYURI**  
INGENIERO QUIMICO  
Nº. del Colegio de Ingenieros N° 1618





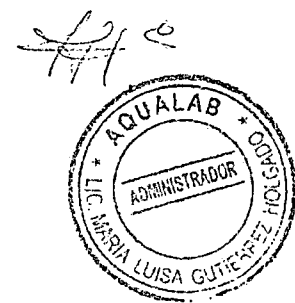
ANALISIS DE METALES PESADOS DE SUELOS

SOLICITANTE : Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.  
FECHA : 25-02-2013

RESULTADOS

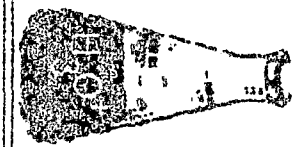
DETERMINACIONES	PISAC			COYA			LAMAY			CALCA		
	S1.LIX	S1.BOT	S1.BLA	S2.LIX	S2.BOT	S2.BLA	S3.LIX	S3.BOT	S3.BLA	S4.LIX	S4.BOT	S4.BLA
Plomo mg/kg	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
Cadmio mg/kg	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cromo mg/kg	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.05	0.00	0.06	0.10	0.00

*Mario Cumpa Cayuri*  
**MARIO CUMPA CAYURI**  
INGENIERO QUIMICO  
Reg. del Colegio de Ingenieros No. 16188



Laboratorio de Ciencias Naturales: Analisis de aguas, suelos y servicios afines  
COVIDUC A-4 San Sebastián - Cusco  
Telf. 271966 RUC.: 10238163001

**AQUALAB**



**AQUALAB**

Laboratorio de Ciencias Naturales: Analisis de aguas, suelos y servicios afines  
COVIDUC A-4 San Sebastián - Cusco  
Telf. 271966 RUC.: 10238163001

**ANALISIS DE METALES PESADOS DE SUELOS**

**SOLICITANTE** : Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.  
**FECHA** : 20-06-2013

**RESULTADOS**

DETERMINACIONES	PISAC			COYA			LIMAY			CALCA		
	S1.LIX	S1.BOT	S1.BLA	S2.LIX	S2.BOT	S2.BLA	S3.LIX	S3.BOT	S3.BLA	S4.LIX	S4.BOT	S4.BLA
Plomo mg/kg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cadmio mg/kg	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cromo mg/kg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

*Mario Cumpa Cayuri*  
**MARIO CUMPA CAYURI**  
INGENIERO QUIMICO  
Res. del Colegio de Ingenieros N°. 1615\*

*AA*  

AQUALAB  
LIC. MARIA LUISA GUTIERREZ  
ADMINISTRADOR



# Laboratorio Clínico - Biológico

"La Investigación al Servicio de Su Salud"

## INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS NATURALES

SOLICITANTE: UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

• DATOS DEL MUESTREO:

- Muestra 5 : Río Vilcanota, 500m aguas arriba del botadero de Matara (Pisac)
- Distrito : Pisac
- Provincia : Calca
- Departamento : Cusco
- Fecha llegada Lab. : 12-02-2013

### RESULTADOS

Nº Ref. Lab.	Punto de muestreo	N.M.P Coliformes /100 ml	
		C. Totales /100ml (37 °C)	C. Termotolerantes /100ml (44.5 °C)
Muestra 5	Río Vilcanota Pisac	9000	560
Parámetros microbiológicos	Riego vegetales	5000	2000
	Bebida animales	5000	1000

MÉTODO DE ENSAYO	Método Estandarizado de Fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes
DOCUMENTO DE REFERENCIA	De acuerdo a Resolución Jefatural N°202-2010-ANA, en el marco del DS 002-2008-MINAM, Categoría 3, Clase 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales.

Cusco, 15 de Febrero del 2013.

MPLA/MCYM

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



# Laboratorio Clínico - Biológico

"La Investigación al Servicio de Su Salud"

## INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS NATURALES

SOLICITANTE: UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

### DATOS DEL MUESTREO:

- Muestra 4 : Río Vilcanota, 50m aguas abajo del botadero de Matara (Pisac)
- Distrito : Pisac
- Provincia : Calca
- Departamento : Cusco
- Fecha llegada Lab. : 12 - 02 - 2013

### RESULTADOS

N° Ref. Lab.	Punto de muestreo	N.M.P Coliformes /100 ml	
		C. Totales /100ml (37 °C)	C. Termotolerantes /100ml (44.5 °C)
Muestra 4	Río Vilcanota Pisac	9200	1380
Parámetros microbiológicos	Riego vegetales	5000	2000
	Bebida animales	5000	1000

MÉTODO DE ENSAYO	Método Estandarizado de Fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes
DOCUMENTO DE REFERENCIA	De acuerdo a Resolución Jefatural N°202-2010-ANA, en el marco del DS 002-2008-MINAM, Categoría 3, Clase 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales.

Cusco, 15 de Febrero del 2013.

MPLA/MCYM

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





# Laboratorio Clínico - Biológico

"La Investigación al Servicio de Su Salud"

## INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS NATURALES

**SOLICITANTE: UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

• **DATOS DEL MUESTREO:**

- Muestra 3 : Río Vilcanota, 50m aguas abajo del botadero de Playachayoc (Coya)
- Distrito : Coya
- Provincia : Calca
- Departamento : Cusco
- Fecha llegada Lab. : 12-02-2013

### RESULTADOS

N° Ref. Lab.	Punto de muestreo	N.M.P Coliformes /100 ml	
		C. Totales /100ml (37 °C)	C. Termotolerantes /100ml (44.5 °C)
Muestra 3	Río Vilcanota Coya	66 000	9300
Parámetros microbiológicos	Riego vegetales	5000	2000
	Bebida animales	5000	1000

<b>MÉTODO DE ENSAYO</b>	Método Estandarizado de Fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes
<b>DOCUMENTO DE REFERENCIA</b>	De acuerdo a Resolución Jefatural N°202-2010-ANA, en el marco del DS 002-2008-MINAM, Categoría 3, Clase 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales.

Cusco, 15 de Febrero del 2013.

MPLA/MCYM

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



# Laboratorio Clínico - Biológico

"La Investigación al Servicio de Su Salud"

## INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS NATURALES

SOLICITANTE: UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

- DATOS DEL MUESTREO:
- Muestra 2 : Río Vilcanota, 50m aguas abajo del botadero de Campanachayoc (Lamay)
- Distrito : Lamay
- Provincia : Calca
- Departamento : Cusco
- Fecha llegada Lab. : 12 - 02 - 2013

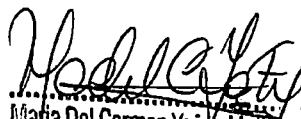
### RESULTADOS

N° Ref. Lab.	Punto de muestreo	N.M.P Coliformes /100 ml	
		C. Totales /100ml (37 °C)	C. Termotolerantes /100ml (44.5 °C)
Muestra 2	Río Vilcanota Lamay	63 000	7800
Parámetros microbiológicos	Riego vegetales	5000	2000
	Bebida animales	5000	1000

MÉTODO DE ENSAYO	Método Estandarizado de Fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes
DOCUMENTO DE REFERENCIA	De acuerdo a Resolución Jefatural N°202-2010-ANA, en el marco del DS 002-2008-MINAM, Categoría 3, Clase 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales.

Cusco, 15 de Febrero del 2013.

MPLA/MCYM

  
María Del Carmen Yañez Mujica  
BIÓLOGO  
C.B.P. 8298



# Laboratorio Clínico - Biológico

"La Investigación al Servicio de Su Salud"

## INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS NATURALES

**SOLICITANTE: UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

• **DATOS DEL MUESTREO:**

- Muestra 1 : Río Vilcanota, 50m aguas abajo del botadero de Kaytupampa (Calca)
- Distrito : Calca
- Provincia : Calca
- Departamento : Cusco
- Fecha llegada Lab. : 12 - 02 - 2013

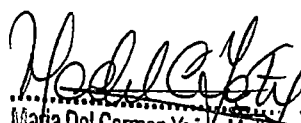
### RESULTADOS

N° Ref. Lab.	Punto de muestreo	N.M.P Coliformes /100 ml	
		C. Totales /100ml (37 °C)	C. Termotolerantes /100ml (44.5 °C)
Muestra 1	Río Vilcanota Calca	62 000	7100
Parámetros microbiológicos	Riego vegetales	5000	2000
	Bebida animales	5000	1000

<b>MÉTODO DE ENSAYO</b>	Método Estandarizado de Fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes
<b>DOCUMENTO DE REFERENCIA</b>	<u>De acuerdo a Resolución Jefatural N°202-2010-ANA, en el marco del DS 002-2008-MINAM, Categoría 3, Clase 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales.</u>

Cusco, 15 de Febrero del 2013.

MPLA/MCYM

  
María Del Carmen Yañez Mujica  
BIÓLOGO  
C.B.P. 8298



## INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS NATURALES

**SOLICITANTE: UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

• **DATOS DEL MUESTREO:**

- Muestra T : Tributario del Río Vilcanota, paralelo al botadero de Kaytupampa (Calca)
- Distrito : Calca
- Provincia : Calca
- Departamento : Cusco
- Fecha llegada Lab. : 12 - 02 - 2013


### RESULTADOS

N° Ref. Lab.	Punto de muestreo	N.M.P Coliformes /100 ml	
		C. Totales /100ml (37 °C)	C. Termotolerantes /100ml (44.5 °C)
Muestra T	Tributario del Río Vilcanota Calca	2520	93
Parámetros microbiológicos	Riego vegetales	5000	2000
	Bebida animales	5000	1000

<b>MÉTODO DE ENSAYO</b>	Método Estandarizado de Fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes
<b>DOCUMENTO DE REFERENCIA</b>	<u>De acuerdo a Resolución Jefatural N°202-2010-ANA, en el marco del DS 002-2008-MINAM, Categoría 3, Clase 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales.</u>

Cusco, 15 de Febrero del 2013.

MPLA/MCYM

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



# Laboratorio Clínico - Biológico

"La Investigación al Servicio de Su Salud"

## INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS NATURALES

SOLICITANTE: UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

- DATOS DEL MUESTREO:
- Muestra 4 : Lixiviado del botadero de Matara (Pisac)
- Distrito : Pisac
- Provincia : Calca
- Departamento : Cusco
- Fecha Llegada Lab. : 17 - 02 - 2013

### RESULTADOS

N° Ref. Lab.	Punto de muestreo	N.M.P Coliformes /100 ml	
		C. Totales /100ml (37 °C)	C. Termotolerantes /100ml (44.5 °C)
Muestra 4	Lixiviado Botadero Matara	575 000	455 000

MÉTODO DE ENSAYO

Método Estandarizado de Fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes

Cusco, 21 de Febrero del 2013.

MPLA/MCYM

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



# Laboratorio Clínico - Biológico

"La Investigación al Servicio de Su Salud"

## INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS NATURALES

**SOLICITANTE: UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

• **DATOS DEL MUESTREO:**

- Muestra 3 : Lixiviado del botadero de Playachayoc (Coya)
- Distrito : Coya
- Provincia : Calca
- Departamento : Cusco
- Fecha Llegada Lab. : 17 - 02 - 2013

### RESULTADOS

N° Ref. Lab.	Punto de muestreo	N.M.P Coliformes /100 ml	
		C. Totales /100ml (37 °C)	C. Termotolerantes /100ml (44.5 °C)
Muestra 3	Lixiviado Botadero Playachayoc	750 000	100 000

**MÉTODO DE  
ENSAYO**

Método Estandarizado de Fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes

Cusco, 21 de Febrero del 2013.

MPLA/MCYM

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



# Laboratorio Clínico - Biológico

"La Investigación al Servicio de Su Salud"

## INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS NATURALES

**SOLICITANTE: UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

• **DATOS DEL MUESTREO:**

- Muestra 2 : Lixiviado del botadero de Campanachayoc (Lamay)
- Distrito : Lamay
- Provincia : Calca
- Departamento : Cusco
- Fecha llegada Lab. : 17 - 02 - 2013

### RESULTADOS

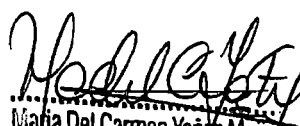
Nº Ref. Lab.	Punto de muestreo	N.M.P Coliformes /100 ml	
		C. Totales /100ml (37 °C)	C. Termotolerantes /100ml (44.5 °C)
Muestra 2	Lixiviado Botadero Campanachayoc	170 000	3900

**MÉTODO DE ENSAYO**

Método Estandarizado de Fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes

Cusco, 21 de Febrero del 2013.

MPLA/MCYM

  
María Del Carmen Yañez Mujica  
BIÓLOGO  
C.B.P. 8298



# Laboratorio Clínico - Biológico

"La Investigación al Servicio de Su Salud"

## INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS NATURALES

SOLICITANTE: UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

### DATOS DEL MUESTREO:

- Muestra 1 : Lixiviado del botadero de Kaytupampa (Calca)
- Distrito : Calca
- Provincia : Calca
- Departamento : Cusco
- Fecha llegada Lab. : 17 - 02 - 2013

### RESULTADOS

N° Ref. Lab.	Punto de muestreo	N.M.P Coliformes /100 ml	
		C. Totales /100ml (37 °C)	C. Termotolerantes /100ml (44.5 °C)
Muestra 1	Lixiviado Botadero Kaytupampa	2 000 000	1 350 000

MÉTODO DE  
ENSAYO

Método Estandarizado de Fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes

Cusco, 21 de Febrero del 2013.

MPLA/MCYM

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





# Laboratorio Clínico - Biológico

"La Investigación al Servicio de Su Salud"

## INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS NATURALES

**SOLICITANTE: UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

### DATOS DEL MUESTREO:

- Muestra 5 : Río Vilcanota, 500m aguas arriba del botadero de Matara (Pisac)
- Distrito : Pisac
- Provincia : Calca
- Departamento : Cusco
- Fecha llegada Lab. : 15-06-2013

### RESULTADOS

Nº Ref. Lab.	Punto de muestreo	N.M:P Coliformes /100 ml	
		C. Totales /100ml (37 °C)	C. Termotolerantes /100ml (44.5 °C)
Muestra 5	Río Vilcanota Pisac	1100	740
Parámetros microbiológicos	Riego vegetales	5000	2000
	Bebida animales	5000	1000

MÉTODO DE ENSAYO	Método Estandarizado de Fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes
DOCUMENTO DE REFERENCIA	De acuerdo a Resolución Jefatural N°202-2010-ANA, en el marco del DS 002-2008-MINAM, Categoría 3, Clase 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales.

Cusco, 18 de Junio del 2013.

MPLA/MCYM

María Del Carmen Yañez Mujica  
BIÓLOGO  
C.B.P. 8298



# Laboratorio Clínico - Biológico

"La Investigación al Servicio de Su Salud"

## INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS NATURALES

**SOLICITANTE: UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

• **DATOS DEL MUESTREO:**

- Muestra 4 : Río Vilcanota, 50m aguas abajo del botadero de Matara (Pisac).
- Distrito : Pisac
- Provincia : Calca
- Departamento : Cusco
- Fecha Llegada Lab. : 15-06-2013


### RESULTADOS

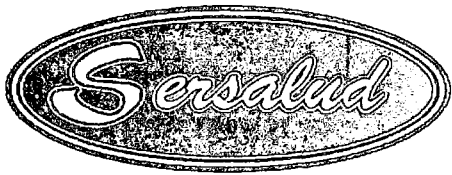
N° Ref. Lab.	Punto de muestreo	N.M.P Coliformes /100 ml	
		C. Totales /100ml (37 °C)	C. Termotolerantes /100ml (44.5 °C)
Muestra 4	Río Vilcanota Pisac	170 000	95 000
Parámetros microbiológicos	Riego vegetales	5000	2000
	Bebida animales	5000	1000

<b>MÉTODO DE ENSAYO</b>	Método Estandarizado de Fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes
<b>DOCUMENTO DE REFERENCIA</b>	De acuerdo a Resolución Jefatural N°202-2010-ANA, en el marco del DS 002-2008-MINAM, Categoría 3, Clase 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales.

Cusco, 18 de Junio del 2013.

MPLA/MCYM

  
María Del Carmen Yañez Mujica  
BIÓLOGO  
C.B.P. 8298



# Laboratorio Clínico - Biológico

"La Investigación al Servicio de Su Salud"

## INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS NATURALES

SOLICITANTE: UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

### DATOS DEL MUESTREO:

- Muestra 3 : Río Vilcanota, 50m aguas abajo del botadero de Playachayoc (Coya)
- Distrito : Coya
- Provincia : Calca
- Departamento : Cusco
- Fecha llegada Lab. : 15 - 06 - 2013


### RESULTADOS

N° Ref. Lab.	Punto de muestreo	N.M.P Coliformes /100 ml.	
		C. Totales /100ml (37 °C)	C. Termotolerantes /100ml (44.5 °C)
Muestra 3	Río Vilcanota Coya	119 000	2600
Parámetros microbiológicos	Riego vegetales	5000	2000
	Bebida animales	5000	1000

MÉTODO DE ENSAYO	Método Estandarizado de Fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes
DOCUMENTO DE REFERENCIA	De acuerdo a Resolución Jefatural N°202-2010-ANA, en el marco del DS 002-2008-MINAM., Categoría 3, Clase 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales.

Cusco, 18 de Junio del 2013.

MPLA/MCYM

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



## INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS NATURALES

**SOLICITANTE: UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

• **DATOS DEL MUESTREO:**

- Muestra 2 : Río Vilcanota, 50m aguas abajo del botadero de Campanachayoc (Lamay)
- Distrito : Lamay
- Provincia : Calca
- Departamento : Cusco
- Fecha llegada Lab. : 15-06-2013

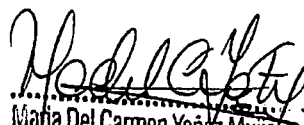
### RESULTADOS

N° Ref. Lab.	Punto de muestreo	N.M.P Coliformes /100 ml	
		C. Totales /100ml (37 °C)	C. Termotolerantes /100ml (44.5 °C)
Muestra 2	Río Vilcanota Lamay	240 000	90 000
Parámetros microbiológicos	Riego vegetales	5000	2000
	Bebida animales	5000	1000

<b>MÉTODO DE ENSAYO</b>	Método Estandarizado de Fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes
<b>DOCUMENTO DE REFERENCIA</b>	<u>De acuerdo a Resolución Jefatural N°202-2010-ANA, en el marco del DS 002-2008-MINAM., Categoría 3, Clase 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales.</u>

Cusco, 18 de Junio del 2013.

MPLA/MCYM

  
María Del Carmen Yañez Mujica  
BIÓLOGO  
C.B.P. 8298



# Laboratorio Clínico - Biológico

"La Investigación al Servicio de Su Salud"

## INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS NATURALES

**SOLICITANTE: UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

### DATOS DEL MUESTREO:

- Muestra 1 : Río Vilcanota, 50m aguas abajo del botadero de Kaytupampa (Calca)
- Distrito : Calca
- Provincia : Calca
- Departamento : Cusco
- Fecha llegada Lab. : 15 - 06 - 2013

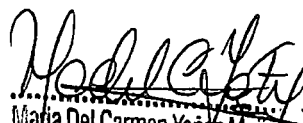
### RESULTADOS

N° Ref. Lab.	Punto de muestreo	N.M.P Coliformes /100 ml	
		C. Totales /100ml (37 °C)	C. Termotolerantes /100ml (44.5 °C)
Muestra 1	Río Vilcanota Calca	130 000	2400
Parámetros microbiológicos	Riego vegetales	5000	2000
	Bebida animales	5000	1000

MÉTODO DE ENSAYO	Método Estandarizado de Fermentación de Tubo Múltiple de Coliformes
DOCUMENTO DE REFERENCIA	De acuerdo a Resolución Jefatural N°202-2010-ANA, en el marco del DS 002-2008-MINAM, Categoría 3, Clase 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales.

Cusco, 18 de Junio del 2013.

MPLA/MCYM

  
María Del Carmen Yañez Mujica  
BIÓLOGO  
C.B.P. 8298