

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
ESCUELA DE POSTGRADO



**PROGRAMA DE MAESTRÍA**

**MENCIÓN: PLANIFICACIÓN PARA EL DESARROLLO**

**LÍNEA: DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE**

TESIS

**Efecto del Botadero de San Marcos en la Calidad de Agua de los  
Ríos Huayobamba y Cascasén, y en la Incidencia de Enfermedades  
Diarreicas en Menores de 05 años en el Sector Saporcón Bajo – Las  
Monjas – San Marcos – Cajamarca, 2014**

Para optar el Grado Académico de

**MAESTRO EN CIENCIAS**

Presentada por:

Maestría: Rosmery Cruz Cerna

Asesor: Dr. Valentín Paredes Oliva

Cajamarca – Perú

2015

**COPYRIGHT © 2015 by  
ROSMERY CRUZ CERNA  
Todos los derechos reservados**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSTGRADO



**PROGRAMA DE MAESTRÍA**

**MENCIÓN: PLANIFICACIÓN PARA EL DESARROLLO**

**LÍNEA: DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE**

TESIS

Efecto del Botadero de San Marcos en la Calidad de Agua de los Ríos  
Huayobamba y Cascasén, y en la Incidencia de Enfermedades  
Diarreicas en Menores de 05 años en el Sector Saparcón Bajo – Las  
Monjas – San Marcos – Cajamarca, 2014

Presentada por:

Maestriza: Rosmery Cruz Cerna

**Comité Científico**

Dr. Valentín Paredes Oliva  
Asesor

Dra. Rosa Carranza Paz

Dra. Consuelo Plasencia Alvarado

M.Cs. Luis Azabache Coronado

Dr. Niltón Deza Arroyo  
Accesitario

Cajamarca - Perú

2015

## **DEDICATORIA**

A mis padres Orlando y Lucila, por todo el apoyo  
brindado a lo largo de mi vida y sobre todo por su aliento  
para que alcance este objetivo.

“Señor, dame el coraje para cambiar las cosas que debo, serenidad para aceptar las que no puedo cambiar y sabiduría para reconocer la diferencia”.

Reinhold Niebuhr.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por guiarme día a día, para alcanzar una meta más en mi vida.

A mi asesor Dr. Valentín Paredes Oliva, por su tiempo y asesoría para poder culminar este trabajo.

A mis hermanos Didie, Juan y Tania, por su aliento constante y apoyo, para culminar con la investigación.

Al Dr. Marco Rivera, por su apoyo en la realización de los análisis microbiológicos de las diferentes estaciones de muestreo.

A los trabajadores de la Red de Salud IV de San Marcos (MINSA), por la información brindada sobre las enfermedades diarreicas en menores de 05 años de edad.

Al Biólogo Charles Ruíz Torres, subgerente de Gestión ambiental y saneamiento rural de la Municipalidad Provincial de San Marcos, por la información brindada sobre los residuos sólidos generados en la ciudad.

A los miembros de mi comité científico por sus valiosos aportes que contribuyeron a mejorar el presente trabajo.

# C O N T E N I D O

<b>Índice</b>	<b>Página</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>v</b>
<b>Lista de abreviaciones</b>	<b>viii</b>
<b>Lista de figuras y tablas</b>	<b>ix</b>
<b>Resumen</b>	<b>x</b>
<b>Abstract</b>	<b>xi</b>
<b>Capítulo I: Introducción</b>	<b>01</b>
<b>Capítulo II: Marco Teórico</b>	<b>05</b>
1 Antecedentes teóricos de la investigación	05
1.1 Internacionales	05
1.2 Nacionales	06
1.3 Locales	07
2 Bases Teóricas	09
2.1 Residuos sólidos	09
2.2 Contaminación de aguas superficiales	10
2.2.1 Organismos entéricos indicadores	12
2.3 Enfermedades diarreicas	13
3 Marco Legal	15
3.1 Calidad y uso del agua	15
3.2 Manejo de los residuos sólidos	18
4 Definición de términos básicos	19
<b>Capítulo III: Diseño de Contrastación de la Hipótesis</b>	<b>21</b>
1. Tipo de Investigación	21
2. Localización de la investigación	21
3. Definición operacional de las variables	23
4. Unidad de análisis, población, universo y muestra	25
5. Descripción del diseño de contrastación	26
5.1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	26
5.1.1 Calidad de agua	26
5.1.1.1 Ubicación de estaciones de muestreo	26
5.1.1.2 Recolección de la muestra	29

5.1.1.3 Análisis de muestras	29
6. Enfermedades diarreicas en niños menores de 05 años	30
6.1 Información de la Red de Salud de San Marcos	30
6.2 Aplicación de encuestas	31
<b>Capítulo IV: Resultados y Discusión</b>	<b>32</b>
1. Calidad de Agua	32
Parámetros físicos y bioquímicos	32
Parámetros microbiológicos	37
2. Enfermedades diarreicas en menores de cinco años de edad	43
<b>Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones</b>	<b>45</b>
<b>Lista de Referencias</b>	<b>47</b>
<b>Anexos</b>	
<b>Anexo 1</b>	
Técnicas de Análisis para Determinar Coliformes Totales y Termotolerantes	
Determinación de presencia de <i>Escherichia coli</i>	
Resultados de los parámetros microbiológicos evaluados por cada estación de muestreo	
Resultados de los parámetros físicos y bioquímicos evaluados por cada estación de muestreo	
Resumen de los parámetros evaluados por estación de muestreo	
<b>Anexo 2</b>	
Fichas de Identificación y Control	
<b>Anexo 3</b>	
Etiqueta para muestras de agua	
<b>Anexo 04</b>	
Encuesta aplicada a familias con hijos menores de 05 años de edad	
Resultados obtenidos en la encuesta aplicada	
<b>Anexo 05</b>	
Análisis Estadístico de la calidad de agua e incidencia de Enfermedades Diarreica	
Agudas	
<b>Anexo 06</b>	
Figuras de la zona en evaluación	



## LISTA DE ABREVIACIONES

APHA	: American Public Health Association (Asociación Americana de Salud Pública)
DBO	: Demanda Bioquímica de Oxígeno
DIGESA	: Dirección General de Salud Ambiental
ECAs	: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental
ECAAs	: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua
E. coli	: <i>Escherichia coli</i>
EDAs	: Enfermedades Diarreicas Agudas
EPA	: Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos)
GPS	: Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global)
INAPMAS	: Instituto Nacional de Protección del Medio Ambiente para la Salud
ITINTEC	: Instituto de Investigación Tecnológica
MINAM	: Ministerio del Ambiente
MINSA	: Ministerio de Salud
NMP	: Número más Probable
NTU	: Nephelometric Turbidity Unit (Unidad nefelométrica de turbidez)
ONG	: Organismo no Gubernamental
OPS	: Organización Panamericana de la Salud
SENAMHI	: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
SESMA	: Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente de Chile
WHO	: World Health Organization

## LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

<b>Figuras:</b>	<b>Página</b>
1. Mapa de ubicación de la provincia de San Marcos	22
2. Mapa de ubicación de los ríos Huayobamba y Cascasen, en la ciudad de San Marcos	23
3. Ubicación de estaciones de muestreo en los ríos Huayobamba y Cascasen	28
4. Parámetros físicos y bioquímicos evaluados por estación de muestreo	32
5. Medias de parámetros evaluados por la presencia del botadero de residuos sólidos y estación de muestreo	34
6. Medias de parámetros microbiológicos evaluados por presencia del botadero de residuos sólidos y estación de muestreo	39
 <b>Tablas:</b>	
1. Caracterización de residuos sólidos domiciliarios – distrito de Pedro Gálvez - San Marcos	8
2. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua	17
3. Ubicación de las estaciones de muestreo	26
4. Parámetros estadísticos de las variables físicas y químicas evaluadas, en las aguas de unión de los ríos Huayobamba y Cascasen	35
5. Parámetros evaluados, diferenciados por la presencia del botadero de residuos sólidos	36
6. Parámetros microbiológicos evaluados por estación de muestreo y tiempo	38
7. Medias estadísticas de las variables microbiológicas evaluadas y afectadas por la presencia del botadero de residuos sólidos	40
8. Parámetros estadísticos de las variables microbiológicas evaluadas y afectadas por la presencia del botadero de residuos sólidos	41
9. Prueba de Fisher en la evaluación de la variable <i>Escherichia coli</i> , en las aguas de los ríos Huayobamba y Cascasen	42
10. Niños menores de cinco años que presentaron Enfermedad Diarreica Aguda, del sector de Saparcón Bajo - Las Monjas	43

## RESUMEN

La investigación se desarrolló entre abril y julio del año 2014, y consistió en evaluar el efecto del botadero de residuos sólidos de la ciudad de San Marcos – Cajamarca sobre la calidad de agua de los ríos Huayobamba y Cascasen y en la incidencia de enfermedades diarreicas en niños menores de cinco años de edad del sector Saparcón Bajo – Las Monjas, para lo cual se estableció cinco estaciones de muestreo a lo largo de los ríos, donde se evaluó los parámetros pH, turbidez, demanda bioquímica de oxígeno, temperatura, número más probable de coliformes totales y termotolerantes, y por último *Escherichia coli*. Además se encuestó a cada familia con hijos menores de cinco años del sector Saparcón Bajo – Las Monjas y complementariamente se recopiló información del Ministerio de Salud para determinar la incidencia de enfermedades diarreicas en la población objetivo. Los resultados demostraron que no existe efecto del botadero sobre los parámetros físico – químicos evaluados, pero si sobre los parámetros microbiológicos (coliformes), debido a que existe diferencia significativa ( $p$  - valor = 0,01) entre las estaciones ubicadas después del botadero y las que se encuentran antes de éste, así mismo el número más probable de coliformes totales y termotolerantes por mililitro se encuentran 17,77 y 27,93 veces más respectivamente, sobre el rango superior establecido por los estándares de calidad ambiental para agua; con respecto a *Escherichia coli*, se tiene que ambos ríos se encuentran contaminados antes de que entren en contacto con el botadero, por lo expuesto el agua de la confluencia de los ríos Huayobamba y Cascasen no es apta para el consumo humano, ni para el riego de vegetales de tallo corto y largo, ni para la bebida de animales; convirtiéndose en un problema de salud pública. En cuanto a la incidencia de enfermedades diarreicas en menores de cinco años, se encontró 20 casos de acuerdo a la encuesta aplicada y cinco reportados al Ministerio de Salud; que en comparación con la comunidad de El Cedro (no tiene contacto con el botadero de residuos sólidos), se tiene una tasa de riesgo de 2,5 veces más de probabilidad de enfermedad diarreica para el sector de Saparcón Bajo – Las Monjas.

**Palabras claves:** calidad de agua, botadero de residuos sólidos, enfermedades diarreicas.

## ABSTRACT

The research was carried out between April and July 2014, that consisted to evaluate the effect of the rubbish dump of solid waste of the city of San Marcos - Cajamarca over the water quality of rivers Huayobamba and Cascasen, as well as in the incidence of diarrheal diseases children under five years of age in the sector Saparcón Bajo - Las Monjas, for which was established five sampling stations along the rivers, where were evaluated in the following parameters: pH, turbidity, BOD, temperature, more likely number of total and thermotolerant coliforms and *Escherichia coli* finally. In addition, a surveys were applied to each family with children under five years of Saparcón Bajo - Las Monjas, and was collected complementary information from the Ministry of Health for to determine the incidence of diarrheal diseases in the target population. The results showed that there is no effect of the dump in the physical - chemical parameters evaluated, but if on microbiological parameters (coliforms), because to be the difference significant ( $p$  - value = 0.01) between stations located after and before the rubbish dump of solid waste, also the most probable number of total and thermotolerant coliforms per milliliter are 17.77 and 27.93 more times respectively, that the upper range set by the standards of environmental quality for water; with respect to *Escherichia coli*, both rivers are contaminated before that coming into contact with the dump of solid waste, for the exposed the water from the confluence of the Huayobamba and Cascasen rivers is not unfit for human consumption or for irrigation vegetable short and long stem or drink for animals; is becoming a public health problem. As for the incidence of diarrheal diseases in children under five years, was found 20 cases according to the survey applied, and five reported to the Ministry of Health; that compared to the community of El Cedro (no contact with the solid waste dump), you have a risk of the 2.5 times more likely to diarrheal disease in the sector Saparcón Under - Las Monjas.

**Keywords:** water quality, dump of solid waste, diarrheal diseases

# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso natural renovable, pero que con el tiempo puede agotarse por el mal uso que se le asigne, por ejemplo vertederos de desagües. Por otra parte se puede afirmar que el agua es fuente de vida, ya que lo necesitamos para poder satisfacer las necesidades básicas del hombre, así como las diversas actividades productivas: agricultura, ganadería, industrial e incluso la minería; entre otras (Centro Guamán Poma de Ayala 2004).

Desde el punto de vista hidrográfico, nuestro país está dividido en 03 cuencas importantes: la del Atlántico con 84 unidades, la del Pacífico con 62 unidades y la del Titicaca con 13 unidades (MINAG 2014).

Los ríos son corrientes naturales que están sometidas al cambio climático y a las características propias de las cuencas, por lo tanto la calidad de su agua varía a lo largo de su curso y del tiempo, esto debido a las diferentes combinaciones de los factores ambientales, sin embargo, son las actividades humanas las que alteran, a veces de manera irreversible, las características físicas, químicas y biológicas del agua; las principales vías de contaminación de las aguas superficiales continentales son: el vertimiento de aguas residuales (desagües), residuos sólidos, relaves mineros y productos químicos (Guzmán et al. 2010).

El desarrollo tecnológico, la explosión demográfica, y el consumo excesivo de productos superfluos, prescindibles y desechables; producto del consumismo que se vive actualmente y, sumado a esto, el mal uso de los recursos naturales han traído como consecuencia la generación incontrolada y acumulación de residuos, lo que se ha convertido en uno de los problemas más importantes de nuestra era y al que nos enfrentamos día a día (Martínez et al. 2004).

El incremento acelerado de la producción de residuos sólidos, la poca educación ambiental que tiene la población y la gran diversidad de materiales que componen los residuos sólidos demanda una mayor cobertura del sistema de recolección, el cual casi siempre está liderado por las municipalidades o gobiernos locales. En este caso

como los responsables del sistema no tienen un adecuado conocimiento sobre cómo llevar a cabo la recolección y eliminación de los residuos sólidos producidos en una ciudad, solamente se limitan a que estos sean colocados en un vertedero, lo cual origina un foco de contaminación no solo para la población circundante, sino también para los recursos naturales, pues produce un líquido de color marrón conocido como lixiviado, que no es otra cosa que materia sólida disuelta en líquido (esta materia puede contener bacterias, producto de la descomposición de materia orgánica eliminada; sustancias cancerígenas, producto de materiales como pilas que se vierten junto con los biodegradables, entre otros); o en otras palabras los lixiviados son el producto de la descomposición de los residuos sólidos que contamina el suelo, las aguas superficiales y subterráneas, haciendo más difícil la tarea de encontrar agua de calidad para el consumo humano del día a día (Martínez et al. 2004, Pavón et al. 2010).

Los residuos sólidos domiciliarios en la mayoría de las ciudades del país se recolectan y son depositados en tiraderos o botaderos tradicionales a cielo abierto, los cuales carecen de un manejo adecuado y control de lixiviados. El mal manejo de estos botaderos incide en la proliferación de fauna nociva para el hombre como son moscas y roedores que son portadores de muchas enfermedades de interés en salud pública (Vargas et al. 2005).

La práctica de la disposición final de los residuos sólidos dominante en los países en vías de desarrollo es el botadero a cielo abierto. El abandono de los residuos sólidos en el suelo sin ningún control o su descarga en las corrientes de agua son prácticas irresponsables contra las generaciones presentes y futuras, ya que son un atentado a la salud y seguridad pública, al medio ambiente y a los recursos naturales (Jaramillo 1999).

El manejo de los residuos sólidos representa un problema de salud pública, no solo por lo que se menciona líneas arriba, sino también porque no están siendo correctamente gestionados por los gobiernos locales (adecuado sistema de recolección, segregación y tratamiento), siendo la causa principal de la degradación del medio ambiente (Vargas et al. 2005).

Cuando estos botaderos se ubican a orillas de las fuentes de agua, ríos principalmente, estas fuentes se convierten en vehículos de transmisión de enfermedades, ya que

pueden contener microorganismos patógenos o sustancias que al ser ingeridas causan algún daño en el organismo. Esto principalmente, porque el uso del agua es calmar las necesidades corporales del hombre como son: consumo directo, preparación de alimentos, limpieza, aseo personal, entre otros; y además se usa en el riego de las chacras, motivo por el cual es de suma importancia conocer la calidad de agua de éstas fuentes (Pajares 2004).

La ciudad de San Marcos - Cajamarca, no es ajena a esta problemática; en la actualidad se deposita y acumula los residuos sólidos que se recolectan día a día, en el botadero ubicado en la confluencia de los ríos Huayobamba y Cascasen, en el sector de Saparcón Bajo – Las Monjas, ocasionando un foco infeccioso para la corriente de agua y, a la vez, afecta la salud de la población ribereña de este sector.

De acuerdo con esta perspectiva, se inició esta investigación de carácter básica, descriptiva, y longitudinal; con la formulación del siguiente problema: ¿Cuál es el efecto o impacto del botadero de residuos sólidos de la ciudad de San Marcos, sobre la calidad del agua en la confluencia de los ríos Huayobamba y Cascasen; y en la incidencia de enfermedades diarreicas en menores de cinco años de edad del sector de Saparcón Bajo – Las Monjas?; la hipótesis que se planteó fue: “El botadero de residuos sólidos de la ciudad de San Marcos tiene un efecto negativo sobre la calidad del agua de la unión de los ríos Huayobamba y Cascasen, y por ende, sobre la incidencia de enfermedades diarreicas en la población de niños menores de 05 años, en el sector de Saparcón Bajo - Las Monjas de la ciudad de San Marcos”

Por lo cual el objetivo general fue: Determinar el efecto del botadero de San Marcos sobre la incidencia de enfermedades diarreicas en menores de cinco años y sobre la calidad de agua de la unión de los ríos Huayobamba y Cascasen, del sector Saparcón Bajo – Las Monjas; y los objetivos específicos fueron primero determinar la calidad microbiológica y físico química del agua de los ríos Huayobamba y Cascasen, y compararlos con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua, establecidos por el MINAM a través de los Decretos Supremos N° 002 – 2008 y N° 023 -2009.

Este trabajo ha aportado datos actualizados sobre la calidad de agua de los ríos evaluados y su efecto sobre la incidencia de enfermedades diarreicas en la población vulnerable (niños menores de cinco años), ya que no se cuenta con estudios recientes

sobre el tema en la zona de estudio; esta información permitirá que las autoridades de las instituciones implicadas en el tema: Municipalidad provincial de San Marcos y la Red IV de Salud, sustenten con datos actuales las acciones pertinentes para mitigar esta problemática.

Como control y contraste de la hipótesis procedimos a establecer estaciones de muestreo en las cuales medimos algunos parámetros microbiológicos (Número más probable de coliformes totales, termotolerantes, y presencia de *Escherichia coli*) y algunos parámetros físico - químicos (turbidez, temperatura, pH, demanda bioquímica de oxígeno); la información recopilada ha sido analizada estadísticamente, mediante la prueba de t y prueba de Fisher, y así determinar el efecto del botadero de residuos sólidos sobre la calidad del agua; también se ha obtenido información del sector salud de la zona, sobre la presencia de casos de enfermedades diarreicas en menores de cinco años, durante el tiempo que duró la investigación, adicionalmente se encuestó a las familias que tenían niños menores de cinco años, a fin de conocer la presentación de enfermedades diarreicas en sus hijos.

Para evaluar el efecto del botadero de residuos sólidos en la incidencia de enfermedades diarreicas en niños menores de 05 años, se procedió a analizar los datos mediante la prueba de Fisher y a encontrar el Factor de riesgo respectivo, comparando los datos obtenidos del sector afectado, con los datos recopilados de El Cedro, comunidad de similares condiciones que el sector evaluado, con la diferencia que no está influenciada por el botadero.

En el capítulo I se presenta la información teórica sobre la que se basa la investigación, en el capítulo II se describe detalladamente la metodología de contrastación de la hipótesis, y en el capítulo III se hace la discusión de cada uno de los resultados obtenidos en el presente estudio; y, por último, en el capítulo IV se establecen las conclusiones y recomendaciones a las que arribamos con la investigación.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

##### 1.1 INTERNACIONALES

La calidad ambiental de las aguas superficiales, en las últimas décadas han sufrido un creciente y acelerado deterioro, que tiene relación directa con la progresiva explosión demográfica que viven las ciudades y la falta de ordenamiento territorial que se incrementa sustancialmente con las descargas líquidas contaminantes (principalmente de desagües), la producción de residuos sólidos, el cambio de uso de la tierra, el uso de fertilizantes y pesticidas en la zona rural (Padilla et al. 2010).

Un estudio realizado en la región de Atlixco – México, concluyó que todas las aguas superficiales de la región se encuentran contaminadas y que los factores predisponentes son los patrones de consumo generadores de gran volumen de desechos y a una velocidad más rápida que la de carga y resistencia de los ecosistemas, el exceso de contaminantes emitidos por las industrias, la falta de acciones municipales para incrementar la capacidad de regeneración de los ecosistemas, la falta y deficiencia de planta tratadoras de aguas; el problema del agua no solo tiene que ver con esto sino que se le suma su escasez, lo que ocasiona que la población utilice aguas contaminadas en el riego de cultivos, poniendo así en riesgo la salud de la población (Silva et al. 2002).

En la investigación sobre la calidad de agua del río Alseseca en Puebla, lograron aislar *Escherichia coli*, mediante el método de tubos múltiples, para posteriormente aislarla en medios de cultivo específicos para *Escherichia coli* y enterobacterias (Agar Mac conkey, agar CHRO mayor y ECC); la presencia de *Escherichia coli* en el agua implica riesgos para el propio ecosistema y para la salud en general (Rivera et al. 2006).

Un trabajo realizado en Cuba entre 1996 y 1997, revela una relación directa entre el nivel de contaminación del agua y el número de atenciones por enfermedades diarreicas en la población estudiada, es decir, a mayor nivel de contaminación del agua con coliformes, mayor es el número de atenciones por problemas diarreicos (Aguilar et al. 2000).

Una investigación realizada en el municipio de Jurutí, estado de Pará en Brasil, para determinar la presencia de enterobacterias (*Escherichia coli*) como responsable de cuadros diarreicos en la población, concluyó que la amplia distribución del patógeno conlleva a un riesgo potencial de desarrollar enfermedades diarreicas en función de las precarias condiciones del saneamiento básico en las que viven, en especial del agua, convirtiéndose en un problema de salud pública (Brito et al. 2009).

## 1.2 NACIONALES

Como sabemos, es costumbre en el país que se vierta los residuos sólidos y el desmonte a orillas de los ríos y otras fuentes de agua como son los lagos y el mar, sin ningún cuidado y en forma desordenada. Los residuos sólidos contienen plásticos, vidrios, latas y restos orgánicos que pueden o no descomponerse, y que al descomponerse producen sustancias tóxicas contra la salud del hombre, teniendo en conclusión un impacto negativo (Perú ecológico 2013).

Un estudio de contaminación de los ríos Chira, Piura y Santa, concluyó que las cargas orgánicas son de aproximadamente 2 000 TN de demanda bioquímica de oxígeno por año (Escobar y Barg1990); mientras que Labán y Marcial (2006), en su estudio, concluyeron que los valores encontrados de los parámetros químicos, físicos y microbiológicos evaluados del río Piura en su tramo urbano (ciudad de Piura), se encontraban por encima de los límites máximos permisibles establecidos por la Ley General de Aguas, debido a la existencia de colectores de desagües y basurales a lo largo del tramo; y en lo que respecta a los residuos sólidos que se encuentran en el río Piura, Tantaleán (2012) determinó que más del 80% de los residuos sólidos recolectados se encuentran conformados por plásticos, vidrio y papel.

Según Cabrera et al. (2002) de las 3500 TM de basura que se producía en Lima Metropolitana solo se lograba recoger 1000 TM, mientras que el resto se quedaba en las calles, los botaderos y el río Rimac, por lo que se concluye que éste es un río más, que se encuentra contaminado, en Perú.

El análisis en 05 puntos equidistantes uno del otro, ubicados antes de la desembocadura del río Surco, dio como un resultado positivo la presencia de *Escherichia coli*, *Vibrio sp.*, *Salmonella sp.*, *Enterococcus sp.*, entre otras (Osore et al. 2009) que son responsables de muchas enfermedades diarreicas en humanos.

Taipe y Carranza (2006) concluyeron que una de las principales fuentes de contaminación del río Vilcanota y sus afluentes son los residuos municipales provenientes de la actividad urbana doméstica.

### **1.3 LOCALES**

La contaminación del agua, especialmente de los ríos, en nuestra realidad, es un problema constante, producido principalmente por los residuos sólidos, producto de la actividad humana en las ciudades y zona rural, y potencializado por la escasa educación ambiental que tiene la población en especial los pobladores de las riberas de los ríos.

La composición física de los residuos sólidos domésticos generados por la población urbana de Cajamarca, y analizados en el estudio de Paredes (2005), se concluyó que la materia orgánica representa 59,20%; la materia inerte 13,88% y pañales y papel higiénico 6,80%, y otros componentes se encuentran en un 5%; consideramos este resultado como la tendencia actual en la producción de los residuos sólidos.

En la ciudad de San Marcos, de acuerdo al Estudio de caracterización de residuos sólidos, realizado en el 2013, por un equipo de la Municipalidad provincial reveló que la producción per cápita de residuos sólidos en promedio era de 482 gramos por día, como se muestra en la tabla 1:

Tabla 1: Caracterización de residuos sólidos domiciliarios – distrito de Pedro Gálvez – San Marcos

Sector	GPC (Kg/Hab/día)	Habitantes	GPC Ponderada
A	0,364	75	
B	0,528	62	
C	0,484	63	0,482
<b>D</b>	<b>0,565</b>	<b>71</b>	

Fuente: ECOSAC, 2013

De este promedio, 76,77 % corresponde a residuos compostificables (sobras de comidas, jardinería, entre otros); 13,96 % a residuos no re-aprovechables (bolsas plásticas, pilas, pañales, entre otros) y 9,27 % corresponde a residuos reciclables (papel, cartón, botellas plásticas, entre otros); por otra parte, en este estudio constatamos la tendencia al incremento lineal de la producción de residuos sólidos, que va aumentando en 0,32 toneladas diarias por año. El estudio muestra también que un bajo porcentaje de pobladores tiende a arrojar sus residuos a la vía pública ocasionando problemas de salud pública (ECOSAC 2013).

Pajares (2004), en su trabajo de investigación en el río Porcón (provincia de Cajamarca), determinó la elevada concentración de Coliformes totales y fecales, indicando que estos valores están muy por encima de los límites máximos permisibles para aguas de clase III (aguas usadas para agua potable previo tratamiento), de otro lado esta investigación llegó a la conclusión de que la demanda bioquímica de oxígeno se encontraba en el límite superior permisible, y que la población más afectada por las enfermedades diarreicas son los niños menores comprendidos entre 1 y 4 años de edad.

Según Silva (2009) uno de los factores importantes para la presentación de infecciones por *Escherichia coli*, es el contacto de la población con el río San Lucas, en el que se depositan las aguas tratadas de las lagunas de oxidación de la ciudad de Cajamarca y también desechos domésticos.

## **2. BASES TEÓRICAS**

### **2.1 RESIDUOS SÓLIDOS**

Entre las definiciones más generales de residuos sólidos, asumimos la de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) que dice: “Se entiende como residuos sólidos a cualquier basura, desperdicio, lodos y otros materiales sólidos de desechos resultantes de las actividades industriales, comerciales y de la comunidad. No incluye sólidos o materiales disueltos en las aguas domésticas servidas o cualquier otro contaminante significativo en los recursos hídricos, sedimentos sólidos suspendidos o disueltos en los afluentes de aguas servidas industriales, ni materiales disueltos en los canales de descarga de la irrigación, ni otros contaminantes comunes en el agua” (SESMA 2013).

El Instituto nacional de protección del ambiente para la salud (INAPMAS) (1995), señala que los residuos o desechos sólidos son todos los subproductos que resultan de la utilización o manipulación de elementos de origen animal, vegetal y mineral, que son empleados en la actividad diaria. Incluye además los residuos generados por el medio ambiente.

De manera general, los residuos sólidos se clasifican de acuerdo con su degradableidad en:

- ) Residuos inorgánicos: subproductos de cualquier naturaleza no sujetos a descomposición.
- ) Residuos orgánicos: subproductos de organismos vivos, susceptibles de descomponerse.

Existen varios tipos de residuos sólidos:

- ) Residuos comerciales: subproductos de la limpieza de oficinas públicas o privadas y de lugares donde se negocia toda clase de productos.
- ) Residuos domiciliarios: provenientes de la actividad diaria en los lugares donde se habita u hospeda.
- ) Residuos de poda de jardines: subproductos de la actividad de jardinería y cuidado de los árboles.

- ) Residuos especiales: subproductos que son generados en lugares o situaciones excepcionales, tales como hospitales, mercados, playas, escombros y vehículos abandonados.
- ) Residuos industriales: residuos no utilizados en el proceso de transformación de la materia prima.

## **2.2 CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES**

El agua de los ríos se mezcla con aguas residuales y recoge grandes cantidades de residuos sólidos a lo largo de sus recorridos. Los manantiales o fuentes de agua se contaminan principalmente por el mal manejo, que de ellos hace la población. Los escurrimientos de agua, también están contaminados por residuos sólidos y, al igual que los ríos, producto del mal manejo del ganado que llega a beber y refrescarse en ellos (Silva et al. 2002).

De acuerdo con los daños ocasionados por la disposición indiscriminada de residuos sólidos en cursos de agua, se puede hablar de contaminación física, química, bioquímica biológica y radiactiva (Cantanhede y Monge 1995).

La contaminación bacteriológica de las aguas superficiales se deja notar por el elevado contenido de Coliformes totales y fecales, y por la presencia de residuos que pueden producir transformaciones biológicas considerables e influenciar directamente en la calidad de vida de los seres que habitan el medio acuático o de aquellos que lo usan para su sustento (Cantanhede y Monge 1995), en términos de medición de calidad de agua para consumo humano, se encuentra sobre los límites máximos permisibles, establecidos por la norma técnica (límite máximo permisible la existencia de 500 bacterias heterotróficas por mililitro de agua y ausencia de Coliformes totales y fecales por 100 mililitros) de acuerdo con lo estipulado en el Decreto Supremo N° 031 -2010 SA.

Las aguas superficiales al ser usadas para el riego de cultivos agrícolas de consumo humano incrementan los factores de riesgo para la salud de la población; las enfermedades endémicas como diarreas, parasitismo, fiebre tifoidea y salmonelosis se explican por esta situación (León y Moscoso 1995); esto es corroborado por Rivera y colaboradores (2008) al mencionar que un factor

importante para la contaminación microbiana de los cultivos es el agua de riego, la cual se encuentra con altos recuentos microbianos.

La reducción de patógenos en depósitos, ríos o canales está en función del tiempo y la temperatura, y no necesariamente de la distancia aguas abajo. Los agentes patógenos de una corriente natural de flujo rápido pueden recorrer 50 km en 12 horas, tiempo insuficiente para que se produzca una reducción significativa de patógenos (León y Sanhuenza 1995)

Los parámetros físico químicos para evaluar la calidad de agua son:

**Turbidez:** por medio del cual se mide la pérdida de transparencia del agua, debido a la presencia de partículas en suspensión (arcilla, microalgas, arena, entre otros), es decir evalúa la claridad del agua. La unidad de medida de este parámetro es NTU (unidad nefelométrica de turbidez); siendo el instrumento usado el nefelómetro o turbidímetro. Se considera como estándar máximo, para aguas de riego de 05 NTU; y depende de:

- ) Presencia de partículas de suelo (tierra) suspendidas en el agua, producto de la erosión del terreno, y del clima (épocas de lluvia se incrementa la turbidez)
- ) Presencia de fitoplancton
- ) Sedimentos depositados en el fondo de la ribera de los ríos
- ) Descargas directas de aguas servidas al cauce de los ríos
- ) Crecimiento de algas macroscópicas
- ) Escorrentía urbana; entre otras (Gonzales 2011).

Este parámetro es de importancia sanitaria ya que refleja el contenido de material coloidal, mineral u orgánico; lo cual puede ser un indicador inicial de contaminación o desmedro de la calidad de las aguas superficiales (ríos) (Marco et al 2004).

**pH:** mide el grado de acidez o alcalinidad que tiene el agua. Es importante, dependiendo de su valor porque puede limitar la posibilidad de vida acuática y muchos usos del agua (SENAMHI 2013).

El nivel de pH que se considera como estándar para la clasificación A1 de la categoría 1 (poblacional y recreacional) es de 6,5 a 8,5; igual que para la categoría

3 (riego de vegetales y bebida de animales) de acuerdo a lo estipulado por el Decreto supremo N° 002 -2008. MINAM.

**Demanda bioquímica de oxígeno (DBO):** mide la cantidad de oxígeno consumido para degradar la materia susceptible a la oxidación en medios biológicos suspendidos en una muestra líquida; expresa la cantidad de miligramos de oxígeno disuelto por cada litro de agua, que se utiliza conforme se usan los desechos orgánicos por la acción de las bacterias en el agua. Niveles altos de DBO indican que el agua está contaminada y necesita un tratamiento para su uso; la contaminación del agua con materia orgánica causaría en las plantas que estos contaminantes se acumulen en las raíces o extremidades de los vegetales, y los afectados son los consumidores finales de estos productos (DIGESA 2007).

El estándar de DBO para la clasificación A1 de la categoría 1, de aguas superficiales, es de 3; mientras que para la categoría 3, es de 15 según el Decreto Supremo N° 002 -2008. MINAM.

### **2.2.1 Organismos Entéricos Indicadores**

Se define como aquellos organismos que tienen un comportamiento similar a los patógenos (concentración y reacción frente a factores ambientales y barreras artificiales), pero son más rápidos, económicos y fáciles de identificar; y que una vez evidenciada su presencia, se puede inferir que los patógenos se encuentran presentes en la misma concentración y que su comportamiento frente a diferentes factores como pH, temperatura, presencia de nutrientes, tiempo de retención o sistemas de desinfección es similar a la del indicador (Campos 2003).

Son considerados como organismos entéricos indicadores a:

**Bacterias Coliformes:** especialmente tres grupos: Coliformes totales, Coliformes fecales y *Escherichia coli*, que representan los microorganismos que se aíslan en tres estadios sucesivos de una metodología en la que la determinación de cada grupo es más compleja y costosa que la del inmediatamente anterior. Estas bacterias Coliformes se usan en primer lugar para indicar una contaminación en principio potencialmente peligrosa, basándose en el hecho de que el hábitat natural de la familia de estas bacterias son el tracto digestivo del hombre y de otros mamíferos (Thatcher y Clark 1973).



**Escherichia coli**: es una bacteria del grupo coli – aerógenes cuyo hábitat natural es el tracto digestivo del hombre y de otros animales de sangre caliente. La presencia de este microorganismo en un alimento o en el agua se interpreta generalmente como contaminación directa de origen fecal; es por ello que Escherichia coli es el indicador clásico de la presencia simultánea de bacterias patógenas entéricas, entre ellas Salmonella typhi, y otras como Shigella, Vibrio, entamoebas, parásitos, diversos agentes de zoonosis y virus entéricos. Es difícil, costoso y complicado determinar la presencia de cada uno de estos agentes, es por tal razón que es importante confiar en los organismos indicadores, sin embargo, es importante mencionar que la presencia de Escherichia coli no indica que existan también necesariamente gérmenes patógenos, sino simplemente advierte el riesgo de que pudieran estar presentes (Thatcher y Clark 1973).

Dentro de los métodos más usados para detectar y enumerar las bacterias Coliformes son: el Método de Tubos Múltiples, en el cual se inocula en un medio nutritivo (caldo) volúmenes parciales de la muestra problema, y el Método de la Membrana Filtrante, el cual consiste en hacer pasar con ayuda del vacío a través de una membrana de celulosa de 0,45 micrones la muestra problema (Cáceres 1990).

### **2.3 ENFERMEDADES DIARREICAS**

El término “diarrea” se emplea generalmente para definir alteraciones del hábito intestinal, que conllevan a una frecuencia anormal en el número de deposiciones, consistencia o un incremento en el volumen de heces emitidas; que en muchas ocasiones, es la única manifestación de enfermedad, que se observa. En la mayoría de estos casos, son procesos leves, pero pueden llegar a comprometer la vida del paciente, especialmente en las situaciones que conducen a una severa deshidratación o que afectan a sujetos con factores de riesgo, como son: edad (niños, ancianos), estado nutricional (mal nutridos), e inmuno-suprimidos, entre otros (García y Picazo 1996).

No existe una clara delimitación entre los diversos cuadros que se presentan, por lo que se considera adecuado designar “Infección gastrointestinal” a las enfermedades que el principal factor patogénico depende de la colonización y multiplicación de los microorganismos a nivel del tubo gastrointestinal (García y Picazo 1996).

Aunque diferentes bacterias pueden originar una sintomatología muy similar y un mismo microorganismo puede dar lugar a distintos procesos, es posible clasificar a estos cuadros desde el punto de vista taxonómico, clínico y patogénico. Así se tiene que las bacterias más comunes en estos cuadros son: *Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia coli*, *Vibrio*, *Campylobacter*, entre otras (García y Picazo 1996). Por otra parte se considera una diarrea crónica cuando su duración es superior a las cuatro semanas (Bañares & Esteve 2012)

Los brotes masivos de gastroenteritis suelen ser el resultado de suministros de agua contaminada (García y Picazo 1996 – WHO 2013). Lo que conlleva a decir que las gastroenteritis o enfermedades diarreicas tienen una asociación causal con el uso del agua para el consumo humano (Silva et al. 2002).

Por otro lado, se sabe que las enfermedades diarreicas continúan siendo uno de los principales problemas de salud pública, en los países en desarrollo, constituyendo una de las causas principales de mortalidad y morbilidad en el mundo y afecta a todas las edades, siendo el grupo más afectado los niños menores de 05 años de edad (ESSALUD 2012). Por ejemplo en América Latina se presentan cerca de 250 millones de casos por año, de los cuales mueren 3,2 millones de niños menores de 05 años, por año (Coronel 2000), consecuentemente se afirma que las enfermedades diarreicas son la segunda causa principal de muerte en menores de 05 años (WHO 2013).

En nuestro país, las enfermedades diarreicas son responsables del 7% de la mortalidad de los niños menores de 05 años de edad y constituyen uno de los principales motivos de consulta médica a nivel de establecimientos de salud públicos y privados (Miranda y Ramos 2010).

Se ha calculado que el 70% de los 1 400 millones de episodios de diarrea que afectan a los niños menores de 05 años en todo el mundo se debe a patógenos transmitidos por el agua y los alimentos (León y Moscoso 1995).

El deterioro del saneamiento ambiental expresado en la calidad del agua, conlleva a un incremento en las tasas de incidencia de enfermedades diarreicas, convirtiéndose en un riesgo primordial en la aparición de eventos perjudiciales para la salud humana (Puerto et al. 1999).

### **3. MARCO LEGAL**

#### **3.1 CALIDAD Y USO DEL AGUA:**

El marco legal que fundamenta este trabajo parte de la Ley General del Ambiente, Ley N° 28611, que estipula que toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas de manera individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país.

En cuanto a la calidad y uso de agua, la norma que regenta este aspecto a nivel nacional es la Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338, promulgada el 31 de marzo del 2009, en donde se estipula en su Título Preliminar, artículo III: Principio de valoración y de gestión integrada del agua, que el agua tiene un valor sociocultural, económico y ambiental, por lo que su uso debe basarse en la gestión integrada y en el equilibrio entre estos. El agua es parte integral de los ecosistemas y renovable a través del ciclo hidrológico; y el Título I: Disposiciones generales, artículo 1: el agua es un recurso natural renovable, indispensable para la vida, vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible, el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que la sustentan, y la seguridad de la Nación; y el Título III: Usos de los Recursos Hídricos, en su artículo 34, menciona que el uso de los recursos hídricos se encuentra condicionado a su disponibilidad; el uso del agua debe realizarse en forma eficiente y con respeto a los derechos de terceros, promoviendo que se mantenga o mejoren las características físico – químicas del agua, el régimen hidrológico en beneficio del ambiente, la salud pública y la seguridad nacional, y el artículo 35, se menciona las clases del uso del agua y su orden de prioridad:

- J) Uso primario: utilización directa y efectiva de la misma, en las fuentes naturales y cauces públicos de agua, con el fin de satisfacer necesidades humanas primarias (preparación de alimentos, consumo directo, aseo personal, uso en ceremonias culturales, religiosas y rituales). No se requiere autorización para usarla (Art. 36 y 37 de la ley).

- J) Uso poblacional: captación del agua de una fuente o red pública, debidamente tratada, con el fin satisfacer las necesidades básicas humanas. Se ejerce mediante derechos de uso de agua otorgados por la autoridad nacional (Art. 39).
- J) Uso productivo: es el uso en procesos de producción o previos a los mismos (agrario, acuífero, energético, industrial, medicinal, minero, entre otros). Se ejerce mediante derechos de usos de agua otorgados por la autoridad nacional, y de acuerdo a ley (Art. 42 y 43).

Con relación a la protección del agua, esta ley en su artículo 75 menciona que la Autoridad Nacional, con opinión del Consejo de Cuenca, debe velar por la protección del agua, que incluye la conservación y protección de sus fuentes. Así mismo la Autoridad Nacional del Agua tiene como función la vigilancia y fiscalización con el fin de prevenir y combatir los efectos de la contaminación de los ríos, en lo que le corresponda. Pudiendo coordinar para tal efecto con los gobiernos regionales y locales.

En la ley también se hace mención sobre la prohibición de vertimiento de sustancias contaminantes y de residuos de cualquier tipo en el agua y en los bienes asociados a está, que representen riesgos significativos según los criterios de toxicidad, persistencia o bio - acumulación (Art. 83).

Por otra parte, en el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, se establece los estándares nacionales de calidad ambiental para agua, en las cuatro categorías de uso del agua que se tiene: Categoría 1: poblacional y recreacional; Categoría 2: actividades marino costeras; Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales; y Categoría 4: conservación del ambiente acuático.

De acuerdo al Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, los estándares nacionales de calidad ambiental para agua, establecidos para los parámetros físico químicos y microbiológicos que se evaluaron, se detallan en la tabla 2.

Tabla 2: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua

Parámetro	Unidad	1: Poblacional y recreacional			3: Riego de vegetales y bebida de animales	
		A1	A2	A3	Tallo alto	Tallo bajo
DBO	mg/L	3	5	10	15	15
pH		6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 – 9,0	6,5-8,5	6,5-8,5
Turbiedad	UNT	5	100			
Coliformes totales	NMP/ 100 mL	50	3000	50000	5000	5000
Coliformes termotolerantes	NMP/ 100 mL	0	2000	20000	1000	2000
<i>E. coli</i>	NMP/ 100 mL	0			100	100

Así mismo, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM (MINAM 2010), aprueba las disposiciones para la implementación de los ECAs para Agua, donde se precisa las diferentes categorizaciones y subcategorizaciones del uso del agua:

- Sub categoría A: aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable:
      - A1: aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.
      - A2: aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.
      - A3: aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado.
    - Sub categoría B: aguas superficiales destinadas para recreación.
      - B1: contacto primario.
      - B2: contacto secundario.
- ) Categoría 2: actividades marino costeras.
- ) Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales.
  - Vegetales de tallo bajo.
  - Vegetales de tallo alto.
  - Bebida de animales.
- ) Categoría 4: conservación del ambiente acuático.

### **3.2 MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS:**

Ley general de residuos sólidos: Ley N° 27314, en su título II: Gestión ambiental de los residuos sólidos, Capítulo I: Lineamientos de gestión, Artículo 04, inciso 03: indica que se debe establecer un sistema de responsabilidad compartida y de manejo integral de los residuos sólidos, desde la generación hasta su disposición final, a fin de evitar situaciones de riesgo e impactos negativos a la salud humano y el medio ambiente.

Esta ley, en su capítulo III: Autoridades descentralizadas, en el artículo 10, manifiesta que es responsabilidad de las municipalidades la gestión de los residuos sólidos de origen domiciliario, comercial y de aquellos similares a estos, en todo el ámbito de su jurisdicción, efectuando las coordinaciones con el gobierno regional, para promover la ejecución, revalorización o adecuación, de infraestructura para el manejo de los residuos sólidos, así como para la erradicación de los botaderos que pongan en riesgo la salud de las personas y del ambiente.

En otro lado, el Título VI de Población y Participación ciudadana, indica que es derecho de la población la protección de su salud y el entorno ambiental frente a los riesgos o daños que se puedan producir durante todas las operaciones de manejo de residuos sólidos.

### **4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS**

**Agua:** recurso natural renovable, indispensable para la vida, vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible, el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que la sustentan (Ley de Recursos Hídricos, N° 29338, Art. 01).

**Botadero:** acumulación inapropiada de residuos sólidos en vías y espacios públicos, así como en áreas urbanas, rurales o baldías que generan riesgos sanitarios o ambientales. Carecen de autorización sanitaria (Ley General de Residuos Sólidos, N° 27314).

**Caso:** se define como el individuo que presenta los signos y síntomas característicos de la enfermedad en evaluación. Un individuo puede reportar más de un caso, ya que dependiendo del tipo de enfermedad puede salir y entrar en positividad (Jaramillo & Martínez 2010).

**Calidad de Agua:** definida por los valores de los límites máximos permisibles que acreditan que está es apta para el uso y consumo humano, incluido las diferentes actividades agrícolas (OPS 1988).

**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 (Ley General de Residuos Sólidos, N° 27314).

**Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECAs):** medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos o biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos (Ley General del Ambiente, Ley N° 28611).

**Límite Máximo Permisible (LMP):** concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos o biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión que, al ser excedida, causa o puede causar daños a la salud y bienestar humano, así como al ambiente (Ley General del Ambiente, N° 28611, Art. 32).

**Parámetros de Eficiencia:** son los valores necesarios que la Autoridad Nacional del Agua ha establecido para determinar de forma objetiva si los usuarios de agua y los operadores de infraestructura hidráulica hacen uso eficiente del recurso hídrico (Reglamento de la Ley Recursos Hídricos, N° 29338, Art. 156)

**Residuo municipal:** incluye los distintos tipos de residuos sólidos generados en domicilios, comercios y en otras actividades que generen residuos similares a éstos (Disposición complementaria, transitoria y final de la Ley General de Residuos Sólidos, N° 27314).

**Riberas:** áreas de los ríos comprendidas entre el nivel mínimo de sus aguas y el que este alcance en sus mayores avenidas o crecientes ordinarias (Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, N° 29338, Art. 111).

**Tratamiento:** cualquier proceso, método o técnica que permita modificar la característica física, química o bioquímica del residuo sólido, a fin de reducir o eliminar su potencial peligro de causar daños a la salud y el ambiente (Ley General de Residuos Sólidos, N° 27314).



## **CAPÍTULO III**

### **DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

#### **1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El presente trabajo, de acuerdo con Vieytes (2004), fue una investigación básica, descriptiva, longitudinal en el tiempo, debido a que solamente se procedió a evaluar algunos parámetros físicos, químicos y microbiológicos, para determinar la calidad de agua, de los ríos Huayobamba y Cascasen, y su relación con la presentación de casos de enfermedades diarreicas en los niños menores de cinco años de edad, que habitan en el sector de Saparcón Bajo – Las Monjas.

#### **2. LOCALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

El presente trabajo se realizó en la ciudad de San Marcos, capital de la provincia de San Marcos, Región Cajamarca (figura 1). Esta ciudad se encuentra ubicada a 68 km de la ciudad de Cajamarca; a 7° 20'01" de latitud sur y 78° 10'01" de longitud oeste, a una altitud de 2272 m.s.n.m. Sus características climatológicas de acuerdo a lo reportado por el SENAMHI son:

)Temperatura Máxima: 24,73 °C

)Temperatura Mínima: 10,09 °C

)Temperatura Promedio: 16,49 °C

)Humedad Relativa: 74,44 %

)Precipitación Promedio: de 600 a 800 mm

)Presión Atmosférica promedio: 775,42 mb



Fuente: ECOSAC 2013

Figura 1: Mapa de ubicación de la provincia de San Marcos

Los ríos analizados fueron el Huayobamba y Cascasen, ambos son afluentes del río Crisnejas y rodean a la ciudad de San Marcos por sus costados oeste y sur respectivamente; se unen formando una “Y” en la parte baja de la ciudad (Página web oficial de la Municipalidad provincial San Marcos) que corresponde al sector denominado Saparcón Bajo - Las Monjas, donde actualmente la municipalidad provincial de San Marcos deposita sus residuos sólidos, recolectados día a día, tal como se observa en la Figura 2.

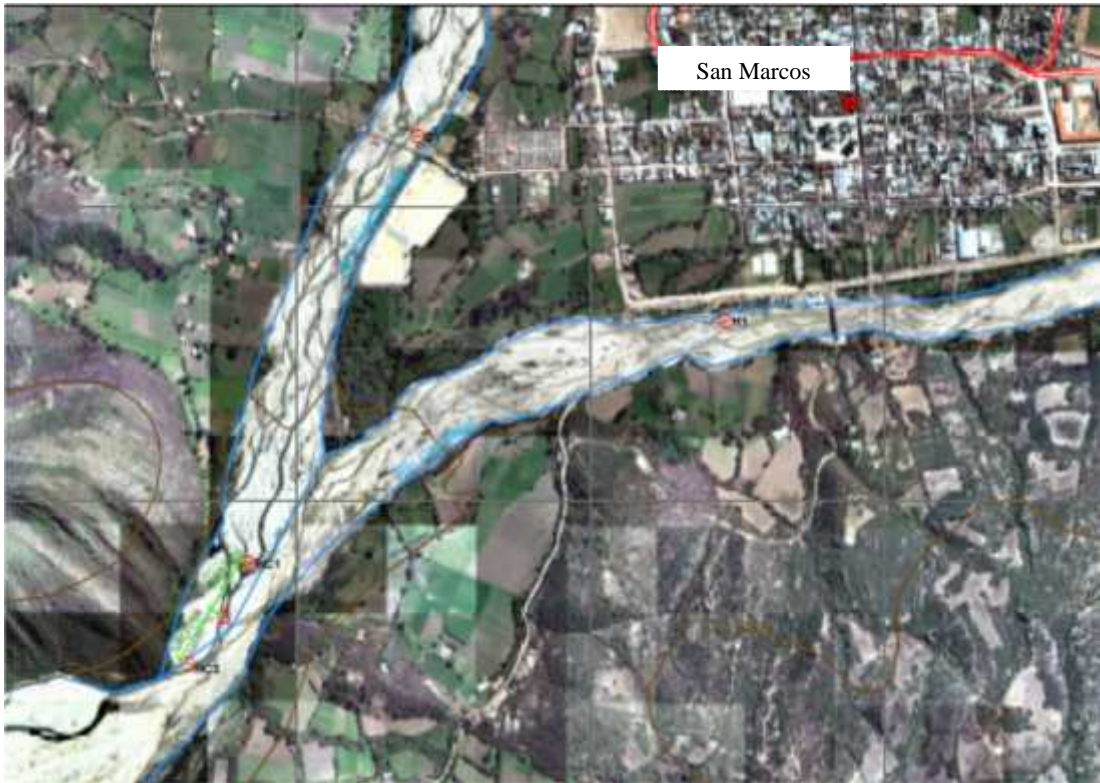


Figura 2: Mapa de ubicación de los ríos Huayobamba y Cascasen, en la ciudad de San Marcos

### **3. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES**

Las variables son:

- ) Presencia del botadero de residuos sólidos de la ciudad de San Marcos
- ) Incidencia de Enfermedades Diarreicas en niños menores de 05 años del Sector Saparcón Bajo – Las Monjas.
- ) Calidad del agua de la unión de los ríos Huayobamba y Cascasen

## OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES:

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Parámetro	Unidad de medida
Botadero de residuos sólidos	Acumulación inapropiada de residuos sólidos en vías y espacios públicos, que generan riesgo sanitario y ambiental. (Ley General de Residuos Sólidos, N° 27314)	Lugar donde deposita residuos sólidos la Municipalidad provincial de San Marcos	Física	Presencia del botadero de residuos sólidos	Positivo/negativo
Calidad de Agua	Condiciones físicas, químicas, biológicas que se encuentra el agua a través de su recorrido sin ser afectada por la actividad del hombre (ITINTEC 1987).	Referido a las condiciones químicas, físicas y biológicas, son propias del agua y se encuentran dentro de los rangos establecidos por los ECAs para agua	Biológica	Presencia de Coliformes totales	NMP/ 100 mL
				Presencia de Coliformes termotolerantes	NMP/ 100 mL
				Presencia de <i>Escherichia coli</i>	Positivo/negativo
			Química	Demanda bioquímica de oxígeno	mg / L
				pH	
			Física	Turbidez	NTU
Temperatura	°C				
Incidencia de Enfermedades diarreicas	Presentación de casos nuevos de enfermedad en una población y periodo de tiempo determinado (Jaramillo y Martínez 2010)	Presentación de la enfermedad en la población, durante el periodo de estudio.		N° de casos reportados al MINSA – San Marcos	N° de niños enfermos %
				N° de casos positivos en la encuesta	N° niños enfermos %

## **4. UNIDAD DE ANÁLISIS, POBLACIÓN, UNIVERSO Y MUESTRA**

### **4.1 Unidad de Análisis:**

- ) Muestra de agua obtenida en las diferentes estaciones de muestreo.
- ) Niño menor de cinco años de edad, que vive en el sector de Saparcón Bajo – Las Monjas, de la ciudad de San Marcos.

### **4.2 Población:**

Niños menores de cinco años de edad, del sector de Saparcón Bajo Las Monjas de la ciudad de San Marcos, y por el agua de los ríos Huayobamba y Cascasen

### **4.3 Universo:**

Niños menores de cinco años de edad, de la provincia de San Marcos y las aguas de los ríos de la provincia.

### **4.4 Muestra:**

Compuesta por:

- ) Agua: 2,5 litros de agua del caudal de los ríos Huayobamba, Cascasen y de la unión de los dos, y de cada estación de muestreo; estas estaciones fueron ubicados mediante la ayuda de un GPS.
- ) Niños menores de 05 años de edad, del sector de Saparcón Bajo – Las Monjas, de la ciudad de San Marcos.

### **Muestreo de agua:**

El muestreo se inició en el mes de abril del 2014, y se hizo cada mes, por espacio de 04 meses.

- ) N° de estaciones muestreadas: 05 estaciones
- ) N° de colecciones por vez: 01 por estación
- ) N° de veces: 04
- ) Total de muestras: 20

En la tabla 3 se observa la ubicación exacta de las estaciones de muestreo, que comprenden el trabajo de investigación.

Tabla 3: Ubicación de las estaciones de muestreo

<b>Código de muestra</b>	<b>Ubicación: coordenadas UTM</b>	<b>Cantidad de agua recolectada (mL)</b>
HC1	9187393	2 500
HC2	9187303	2 500
HC3	9187222	2 500
H1	9187805	2 500
C1	9188120	2 500

## 5. DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO DE CONTRASTACIÓN

### 5.1. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de datos, se procedió de la siguiente manera:

#### 5.1.1 Calidad de agua:

##### 5.1.1.1 Ubicación de las estaciones de muestreo:

Mediante la utilización del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) se ubicó las estaciones (puntos de muestreo) con coordenadas UTM, las cuales fueron identificadas de acuerdo al formato de la ficha técnica de ubicación de estaciones de muestreo, del protocolo de monitoreo de calidad de aguas superficiales continentales (ver Anexo 02) (MINAM 2010) y fueron distribuidos de la siguiente manera:

) **Muestreo río arriba:** se determinó 02 estaciones referenciales, la primera en el sector del río Huayobamba y la segunda en el sector del río Cascasen; de acuerdo a lo estipulado en el protocolo de control y monitoreo de calidad de agua (DIGESA 2007), estas primeras estaciones se ubicaron sobre cualquier vertimiento de aguas, que aseguren que el agua no se encuentra contaminada, en tal sentido para el presente trabajo se consideró como primera estación (punto de muestreo) para el punto del río Huayobamba, cerca de 600 metros río arriba, mientras que para Cascasen 1200 metros río arriba, desde la confluencia de los mismos.

) **Muestreo en el lugar del botadero:** se ubicó una estación, en la zona más comprometida por los residuos sólidos arrojados y se tomó la muestra en la parte central del río donde hubo mayor caudal.

) **Muestreo río abajo:** se estableció 02 estaciones referenciales, distanciadas por 100 metros (DIGESA 2007) una de la otra; y de la estación referencial ubicada en la zona del botadero.

En la figura 3, se observa la ubicación de cada una de las estaciones de muestreo.

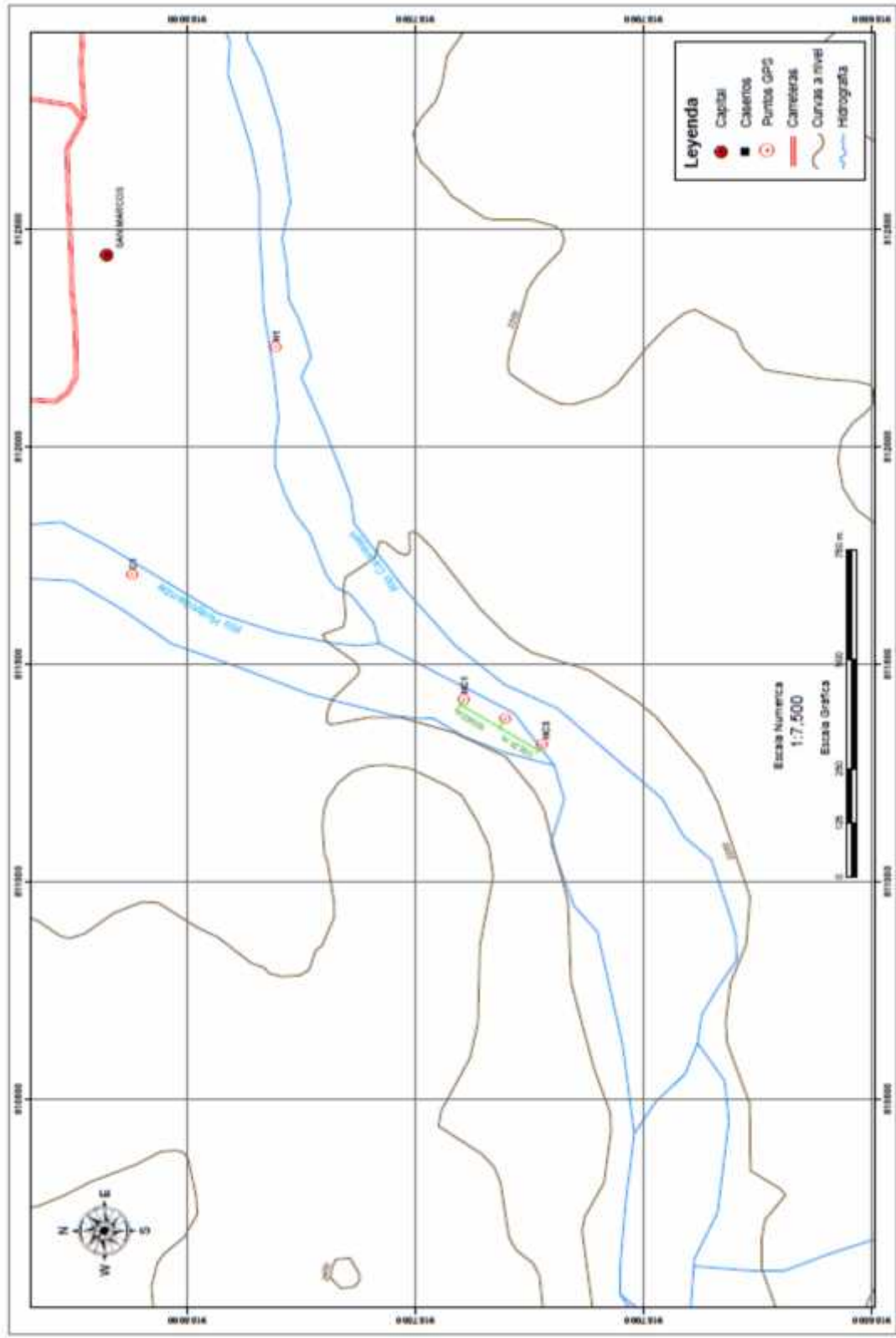


Figura 3. Ubicación de Colecciones de Insectos en los Bosques Primarios y Secundarios - Guatemala



### 5.1.1.2 Recolección de la muestra:

Después de ubicar cada estación de muestreo con el GPS, se tomó la muestra de agua respectiva del centro del caudal del río y en contra de la corriente, a una profundidad entre 20 y 30 cm aproximadamente (DIGESA 2007), la muestra estuvo constituida por 2,5 litros de agua, distribuidos en 03 frascos de boca ancha; y distribuidos de la siguiente manera:

- ) Para el análisis microbiológico, el frasco usado fue de vidrio, estéril y debidamente etiquetado (anexo 03), se llenó el frasco dejando aproximadamente 1/3 de espacio del frasco libre para aireación, se mantuvo a 4 °C de temperatura hasta su traslado al laboratorio de Microbiología del Departamento Académico de Ciencias Biológicas, de la Universidad Nacional de Cajamarca, para los análisis de coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli*.
- ) Para los análisis físicos y químicos: Demanda bioquímica de oxígeno, turbidez y pH; los frascos usados fueron de plástico de boca ancha y debidamente etiquetados (anexo 03), con capacidad de 01 litro, y 0,5 litros, respectivamente. Los frascos se llenaron por completo, al igual que en el caso anterior se mantuvo a 4 °C, para su transporte hasta el laboratorio NKAP SRL, en la ciudad de Cajamarca, para realizar los análisis físico químicos, mencionados líneas arriba.

### 5.1.1.3 Análisis de Muestras:

#### Aspectos físicos y químicos:

**Temperatura:** Para medir la temperatura del agua se empleó un termómetro de canastilla, el cual se colocó por espacio de 05 minutos aproximadamente dentro del caudal de cada estación muestreada, registrándose la lectura correspondiente en la libreta de notas.

**Turbidez:** se inició con la toma de la muestra de cada estación de muestreo y se trasladó al laboratorio, para el análisis respectivo; manteniendo una temperatura menor a 4 °C. El método usado para evaluar este parámetro fue el Nefelométrico.

**pH:** al igual que en el caso de la turbidez, se procedió a tomar la muestra y se trasladó al laboratorio, para el análisis respectivo; manteniendo una temperatura

menor a 4 °C. El método empleado para medir dicho parámetro fue el Electrométrico.

**Demanda Bioquímica de Oxígeno:** se tomó la muestra del centro del cauce de la estación de muestreo, y se trasladó al laboratorio, para el análisis respectivo, pero siempre manteniendo la temperatura menor a 4 °C. El método empleado fue Demanda bioquímica de oxígeno 05 días.

Es importante mencionar que para el análisis de los parámetros turbidez, pH y demanda bioquímica de oxígeno se contrato los servicios del laboratorio NKAP SRL., en la ciudad de Cajamarca.

**Aspectos microbiológicos:**

Microbiológicamente, se evaluó el número más probable (NMP) de Coliformes totales y termotolerantes, así como la presencia o ausencia de *Escherichia coli*, para lo cual se usaron los métodos recomendados por el Estándar Métodos de la Asociación Americana de Salud Pública (APHA), los cuales se encuentran detallados en el anexo 01.

Este tipo de análisis se realizó en el laboratorio de microbiología, del Departamento Académico de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Cajamarca.

## **6. ENFERMEDADES DIARREICAS EN NIÑOS MENORES DE 05 AÑOS:**

### **6.1 Información de la Red de Salud de San Marcos:**

Se obtuvo de la Red IV de Salud de San Marcos, los datos de los casos presentados por Enfermedades Diarreicas de la población de niños menores de cinco años del sector Saparcón Bajo – Las Monjas, durante los meses que comprendió el presente estudio.

Adicionalmente, se obtuvo información sobre la presentación de enfermedades diarreicas en menores de cinco años de la comunidad de El Cedro, que presenta similares características socioculturales a las de Saparcón Bajo – Las Monjas, pero no está influenciada, por la ubicación del botadero de residuos sólidos de San

Marcos; a fin de poder obtener el nivel de riesgo que representa el botadero sobre la presentación de enfermedades diarreicas en menores de cinco años.

## **6.2 Aplicación de encuestas:**

Se elaboró una encuesta para recabar información sobre la presentación de enfermedades diarreicas en menores de cinco años (anexo 4); la cual fue evaluada primeramente por profesionales conocedores del tema (Licenciada en enfermería y un sociólogo), además se desarrolló una prueba piloto en la zona de la ribera del río Mashcón en Cajamarca, para validar la encuesta.

Luego está fue aplicada a cada familia con hijos menores de cinco años, del sector de Saparcón Bajo – Las Monjas.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 1. CALIDAD DE AGUA

##### Parámetros físicos y químicos:

En cuanto a los parámetros físicos y químicos evaluados, en la figura 4 observamos que el valor más alto del parámetro de turbidez (23 NTU), se registró en el primer muestreo de la estación correspondiente al río Cascasen, mientras que los valores obtenidos de las otras estaciones, y en los diferentes meses, mantuvieron la tendencia entre las estaciones con y sin presencia del botadero de residuos sólidos. Esto se debe a que este parámetro, está fundamentalmente influenciado por el clima y tipo de suelo de la ribera de los ríos (Gonzales, 2011) en estudio, antes que la presencia del botadero; ya que en los meses que presentaron lluvias, los valores de turbidez son más altos concordando con lo que reporta Gonzales (2011), al indicar que uno de los importantes factores que alteran los niveles de turbidez de una fuente de agua superficial son los deslizamientos de terrenos, escorrentías de la ciudad.

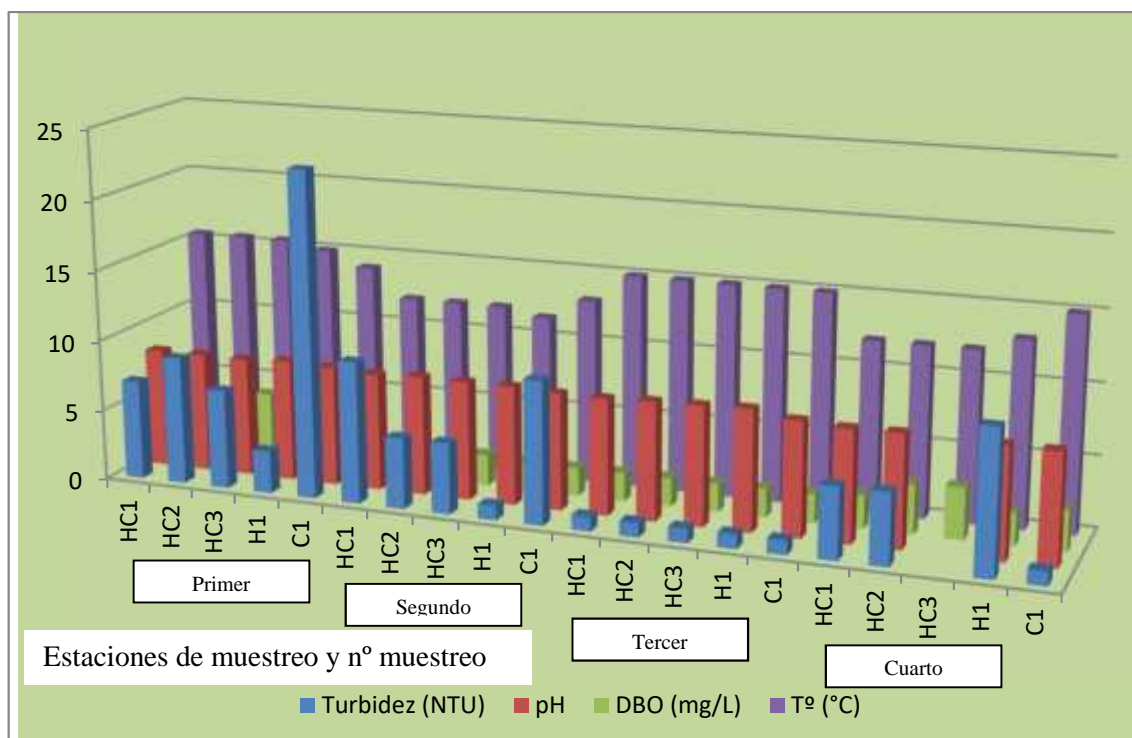


Figura 4: Parámetros físicos y químicos evaluados por estación de muestreo

Con respecto al parámetro químico pH, observamos que este se mantiene a través de las estaciones de muestreo, así como en el tiempo; por otra parte se debe indicar que las aguas de los ríos en evaluación son ligeramente alcalinas, oscilando entre 7,7 a 8,55 de pH; siendo las aguas del río Cascasen las menos alcalinas, seguidas de las aguas de la estación de muestreo correspondiente a la unión de ambos ríos (HC1); y que al comparar los datos registrados de pH durante el tiempo que duró la investigación, éstos se encuentran dentro del rango de los estándares nacionales de calidad ambiental para agua, para la categoría 1, sub categoría A y clase A1, que es de 6,5 a 8,5 (Decreto Supremo N° 002-2008 MINAM).

Con relación a la Demanda bioquímica de oxígeno, en los meses que no se presentaron lluvias, se reportaron los valores más bajos, mientras que, cuando hubieron lluvias, los valores fueron más altos; si se hace la relación con la presencia del botadero, se observa que no hay un efecto del mismo sobre el parámetro, debido a que el promedio de cada estación de muestreo ha variado de 2,5 a 3,2 mg/L; algo similar ocurre con el parámetro temperatura, la cual, en las estaciones H1, HC1, HC2 y HC3 el promedio es constante (13,6°C); siendo la estación de muestreo C1, la que tiene medio grado más, en promedio, que de las otras estaciones; por lo que se puede indicar que no hay efecto del botadero de residuos sólidos éste parámetro.

La figura 5, permite observar con mayor claridad, las medias calculadas de los parámetros físico químicos evaluados (DBO, pH, T° y turbidez) en las diferentes estaciones de muestreo, y su condición frente a la presencia del botadero de residuos sólidos, mostrando que no hay un efecto de éste sobre estos parámetros debido a que las medias de cada parámetro evaluado no han variado considerablemente una de la otra; lo cual se respalda con el análisis estadístico descriptivo (asimetría y kurtosis) y con la prueba estadística de t, que se observa en las tablas 4 y 5 respectivamente.

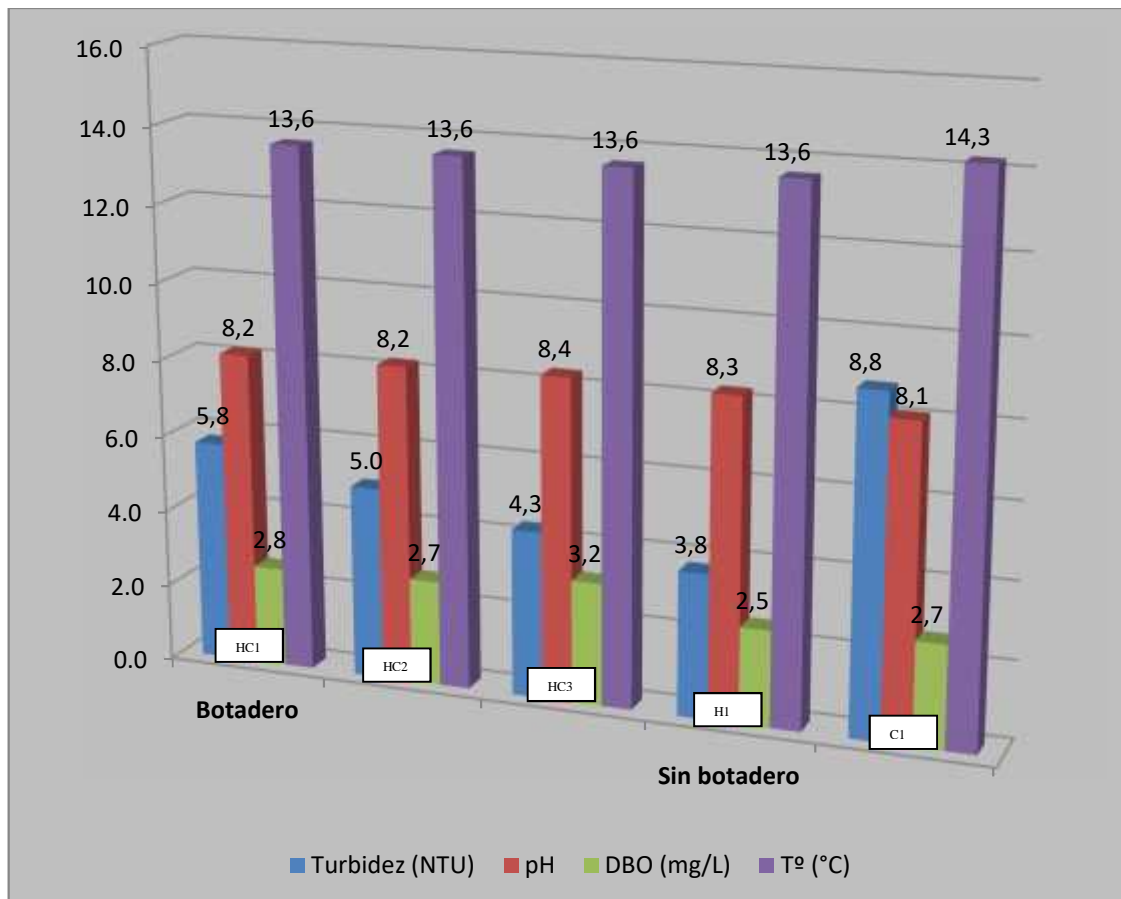


Figura 5: Medias de parámetros evaluados por presencia del botadero de residuos sólidos y estación de muestreo.

Además en la tabla 4, se observa que no hay diferencia significativa, estadísticamente, entre los parámetros físicos y químicos evaluados, debido a que los valores dan como resultado una kurtosis negativa y una asimetría también negativa (es decir que la mayoría de sus desviaciones de la media aritmética, se encuentran en el lado derecho).

Tabla 4: Parámetros estadísticos de las variables físicas y químicas evaluadas, en las aguas de la unión de los ríos Huayobamba y Cascasen

Tipo de agua	Variable evaluada	N° muestra	Media	D.E.	Valores		Asimetría	Kurtosis
					Mín	Máx		
Botadero	Turbidez	12	5,08	2,97	1,00	10,00	-0,05	-0,85
	(NTU)							
	pH							
Botadero	DBO	12	2,80	0,96	1,90	4,94	1,01	-0,13
	(mg/L)							
	Temperatura							
Botadero	(°C)	12	13,63	1,71	12,00	15,50	0,04	-1,95
	Turbidez							
	(NTU)							
No botadero	pH	8	6,25	7,83	1,00	23,00	1,66	0,57
	DBO							
	(mg/L)							
No botadero	Temperatura	8	2,55	0,81	1,90	3,80	0,89	-1,20
	(°C)							
	Turbidez							
No botadero	(NTU)	8	13,94	1,32	11,50	15,00	-0,94	-0,75
	pH							
	DBO							

En la tabla 5, se observa que no hay diferencia estadística en cuanto a los parámetros físicos y químicos evaluados, sobre el efecto del botadero de residuos sólidos, y esto se demuestra con el análisis estadístico de la prueba de t, donde los valores de p, para cada parámetro van de 0,5466 a 0,8202, los cuales son superiores a 0,05.

Tabla 5: Parámetros evaluados, diferenciados por la presencia del botadero de residuos sólidos

<b>Variable evaluada</b>	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>n(1)</b>	<b>n(2)</b>	<b>Media(1)</b>	<b>Media(2)</b>	<b>Diferencia medias</b>	<b>p-valor</b>
Turbidez								
(NTU)	Botadero	No botadero	12	8	5,08	6,25	-1,17	0,6979
pH	Botadero	No botadero	12	8	8,23	8,20	0,03	0,8202
DBO (mg/L)	Botadero	No botadero	12	8	2,80	2,55	0,25	0,5466
Temperatura								
(°C)	Botadero	No botadero	12	8	13,63	13,94	-0,31	0,6677

Con los resultados mostrados en la figuras 5, así como en las tablas 4 y 5, se tiene que el rango de las medias calculadas del parámetro de turbidez observado, va de 5 a 10 NTU, lo cual esta por encima del estándar nacional de calidad ambiental para agua (Decreto Supremo N° 002-2008 MINAM), el uso del agua, en la categoría 1: poblacional y recreacional en su clase A1, que es menor a 3 NTU; mientras que si se considera solamente la categoría 3, riego de cultivos vegetales y bebida de los animales estos resultados se encuentra dentro del rango establecido para los estándares de calidad ambiental para agua, que es 15 NTU (Decreto Supremo N° 002-2008 MINAM), por lo tanto en relación a este parámetro, de acuerdo al uso que se de al agua, se tiene que es un agua no apta para la categoría 1 o de calidad aceptable para la categoría 3.

Por otra parte en cuanto a los valores del pH de las estaciones muestreadas (7,7 a 8,55), estos se encuentra dentro del rango de los estándares nacionales de calidad ambiental para agua de uso primario (Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338), en cuanto a la clase A1, de la categoría 1 (poblacional y recreacional) y categoría 3, que van de 6,5 a 8,5 (Decreto Supremo N° 002-2008 MINAM, y Decreto Supremo N° 023-2009 MINAM).



### **Parámetros microbiológicos:**

Los resultados obtenidos en la evaluación de los parámetros microbiológicos cuantitativos (coliformes totales y coliformes termotolerantes) y cualitativos (presencia o ausencia de *Escherichia coli*), se observa en la tabla 6. Además se muestra la evolución de éstos parámetros por estación de muestreo y tiempo; donde se distingue que la única muestra con resultado negativo a la presencia de *Escherichia coli*, fue HC1 (correspondiente a las aguas de unión de los ríos Huayobamba y Cascasen, en donde se encuentra ubicado el botadero de residuos sólidos), en el primer muestreo; esto se debe posiblemente a que en el botadero se tenga como parte de los residuos sólidos, residuos de insecticidas, antibióticos, detergentes, sustancias desinfectantes (legía), entre otros productos que conllevan a inhibir la proliferación de *Escherichia coli*, en la estación de muestreo HC1, y que a medida que sigue su curso el agua, por acción de la corriente y movimiento mismo del agua esta se va purificando, lo que contribuye a que se prolifere la bacteria, lo que causa su presencia en las otras estaciones de muestreo (HC2 y HC3).

Es importante indicar que HC1, es la estación con los valores más altos de NMP/100 mL (número más probable por 100 mililitros de agua) de Coliformes totales y coliformes fecales; al igual que HC3, en el primer mes de muestreo.

Tabla 6: Parámetros microbiológicos evaluados por estación de muestreo y tiempo

Código de muestra	Número de muestreo	Parámetros evaluados		
		Coliformes totales (NMP/100 mL)	Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	<i>E. coli</i>
HC1	1	230 000	130 000	Negativo
HC2	1	130 000	110 000	Positivo
HC3	1	230 000	130 000	Positivo
H1	1	46 000	46 000	Positivo
C1	1	3 400	1 200	Positivo
HC1	2	79 000	79 000	Positivo
HC2	2	79 000	79 000	Positivo
HC3	2	170 000	110 000	Positivo
H1	2	27 000	13 000	Positivo
C1	2	2 000	2 000	Positivo
HC1	3	35 000	3 400	Positivo
HC2	3	11 000	2 600	Positivo
HC3	3	17 000	7 900	Positivo
H1	3	28 000	1 500	Positivo
C1	3	680	450	Positivo
HC1	4	22 000	3 400	Positivo
HC2	4	28 000	4 000	Positivo
HC3	4	35 000	11 000	Positivo
H1	4	14 000	1 700	Positivo
C1	4	2 700	2 200	Positivo

En la figura 5, se observa la diferencia que existe en la evaluación de los parámetros microbiológicos referidos a Coliformes totales y termotolerantes, notándose claramente que el botadero influye en el incremento de los valores de estos parámetros; siendo la media de la estación de muestreo C1 (correspondiente a las aguas del río Cascasen), la que reporta el valor más bajo, esto se debe posiblemente a que en el tercer muestreo que se realizó en el mes de mayo, encontró el número más bajo de coliformes totales (680 NMP/ 100 mL) y termotolerantes (450 NMP/ 100 mL); mientras que la estación de muestreo HC3 (correspondiente a la tercera estación de muestreo sobre la unión de las aguas de los ríos Huayobamba y

Cascasen) y afectada por la presencia del botadero, es la que reporta los valores medios más altos, esto posiblemente se debe a que en las estaciones de muestreo más próximas al botadero, tienen una mayor concentración de los lixiviados, así como de microorganismos que causen disminución de la proliferación de los coliformes totales y termotolerantes; mientras que cuando la estación de muestreo HC3, está más distante, el agua por su propias condiciones de movimiento va purificándose de los lixiviados y en consecuencia podría contribuir a la mayor proliferación de las bacterias evaluadas.

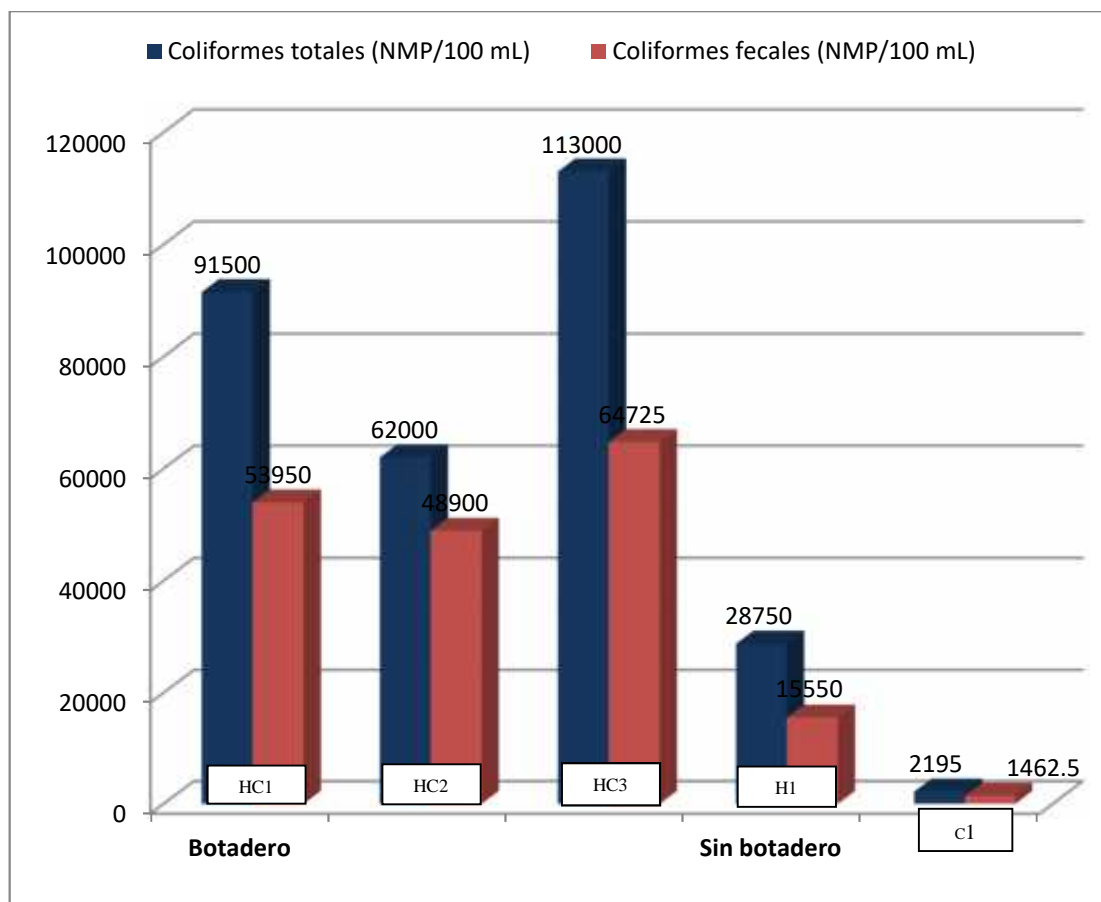


Figura 6: Medias de parámetros microbiológicos evaluados por la presencia del botadero de residuos sólidos y estación de muestreo

En la tabla 7, se resumen los valores estadísticos, de las medias calculadas de los parámetros microbiológicos evaluados; en donde observamos la diferencia que hay entre las medias de las estaciones de muestreo bajo el efecto del botadero de residuos sólidos, y las que no están bajo el efecto del mismo.

Tabla 7: Medias estadísticas de las variables microbiológicas evaluadas, y afectadas por la presencia del botadero de residuos sólidos

Tipo de agua	Variable evaluada	N	Media	D.E.	Valores	
					Mín	Máx
Botadero (*)	Coliformes totales	12	88833,33	81749,99	11000,00	230000,00
	(NMP/100 mL)					
Botadero (*)	Coliformes fecales	12	55858,33	54995,41	2600,00	130000,00
	(NMP/100 mL)					
No botadero (**)	Coliformes totales	8	15472,50	16618,09	680,00	46000,00
	(NMP/100 mL)					
No botadero (**)	Coliformes fecales	8	8506,25	15683,35	450,00	46000,00
	(NMP/100 mL)					

**NOTA:**

(\*): Referido a los datos registrados de las estaciones de muestreo HC1, HC2 y HC3

(\*\*): Referido a los datos registrados de las estaciones de muestreo H1 y C1

En la tabla 8, vemos que entre los parámetros de Coliformes totales y Coliformes termotolerantes, de las estaciones de muestreo bajo el efecto o impacto del botadero de residuos sólidos y las que no se encuentran bajo el efecto de éste; existe diferencia estadística ( $p$  es menor a 0,05); por lo tanto, se confirma que la presencia del botadero de residuos sólidos tiene un efecto negativo sobre el deterioro de la calidad de las aguas superficiales en evaluación, por el incremento de 05 veces más de lo que se tiene en las estaciones de muestreo sin presencia del botadero de residuos sólidos, este desmedro de la calidad del agua de los ríos evaluados, concuerda con la información que reporta Aguiar et al (2000) en su investigación sobre la calidad de agua de consumo y la presentación de EDAs en Cuba; así mismo con lo reportado por Puerto en 1999, donde indica que a mayor número de Coliformes totales y termotolerantes en el agua, mayor número de casos de EDAs.

Tabla 8: Parámetros estadísticos de las variables microbiológicas evaluadas y afectadas por la presencia del botadero de residuos sólidos

<b>Variab</b> <b>evaluadas</b>	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>n(1)</b>	<b>n(2)</b>	<b>Media(1)</b>	<b>Media(2)</b>	<b>Diferencia medias</b>	<b>p-valor</b>
Coliformes totales (NMP/100 mL)	Botadero	No botadero	12	8	88 833,33	15 472,50	73360,83	0,0107
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	Botadero	No botadero	12	8	55 858,33	8 506,25	47352,08	0,0137

**NOTA:**

Grupo 1 corresponde a las estaciones de muestreo HC1, HC2 y HC3.

Grupo 2 corresponde a las estaciones de muestreo H1 y C1.

De acuerdo a los parámetros microbiológicos evaluados se tiene que la calidad de agua de los ríos, es mala, debido a que los valores encontrados superan ampliamente a lo establecido por los estándares nacionales de calidad ambiental para el agua, en donde se considera para el uso del agua en sus categorías 1 y 3, el rango que van para Coliformes totales de 50 NMP/100 mL (A1 de la categoría 1) y 5000 NMP/100 mL (categoría 3), mientras que para Coliformes termotolerantes van de 0 para categoría 1, y de 1000 a 2000 NMP/100 mL para el riego de vegetales de tallo bajo y de tallo corto, respectivamente, que se consideran en la categoría 3 (Decreto Supremo N° 002-2008 MINAM).

En el estudio, los niveles de Coliformes totales han superado 17,77 veces más el rango de los ECAs para agua, en la categoría 3; mientras que para Coliformes termotolerantes, la media encontrada ha superado 27,93 veces el rango establecido para la categoría 3 (Decreto Supremo N° 002-2008 MINAM).

Por otra parte, en la tabla 9, se observa que no hay diferencia significativa, estadísticamente, con respecto a la presencia de *Escherichia coli* en las diferentes estaciones de muestreo porque todas las estaciones fueron positivas; y al analizar los datos obtenidos con la prueba de Fisher, se obtuvo un valor de p igual a 0,38.

Tabla 9: Prueba de Fisher en la evaluación de la variable *Escherichia coli*, en las aguas de los ríos Huayobamba y Cascasen.

<i>Escherichia coli</i>	Botadero	No botadero	Total	p-valor
Positivo	11	8	<b>18</b>	0,38
Negativo	1	0	<b>1</b>	
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>19</b>	

A pesar de que en la tabla 9, se observa que no hay diferencia estadística en cuanto a la presencia de *Escherichia coli*, en las estaciones de muestreo con la presencia del botadero de residuos sólidos, y sin la presencia del mismo; si existe diferencia significativa en los parámetros que lo anteceden; esto se debe probablemente a que este parámetro no se evaluó de forma cuantitativa; sino fue evaluado solo cualitativamente por un factor económico; y por otra parte, la explicación que se tiene de la presencia de la bacteria *Escherichia coli* en las estaciones de muestreo sin presencia del botadero es, según reportes del sub - gerente de Medio Ambiente de la Municipalidad Provincial de San Marcos, que las aguas del río Huayobamba (H1) previas a la existencia del botadero de residuos sólidos y de su paso por la ciudad de San Marcos, recibe las descargas de aguas servidas de la comunidad de la Pauca, mientras que las aguas del río Cascasen (C1), recibe todo el material fecal de las comunidades de la ribera de éste, ya que son comunidades sin uso de letrinas. Razón por la cual se tiene como resultado al análisis microbiológico cualitativo la presencia de *E. coli*, en las estaciones de muestreo H1 y C1.

Es importante indicar que la evaluación cualitativa de este parámetro, no ha permitido determinar con exactitud el efecto del botadero de residuos sólidos de la ciudad de San Marcos, en el incremento de la población de *Escherichia coli* y por ende cuanto más contribuye a contaminar las aguas de los ríos Huayobamba y Cascasen, pero sí nos permite deducir que al incrementarse el número de coliformes totales y luego el de termotolerantes, se incrementa también el número de *E. coli*. Así mismo se debe mencionar que para las categorías 1 y 3, el estándar en cuanto a *Escherichia coli* es 0, en otras palabras ausencia (Decreto Supremo N° 002-2008 MINAM), lo que indica que las aguas superficiales en evaluación se encuentran contaminadas y que representan un riesgo para la salud pública, en especial para el desarrollo de enfermedades diarreicas; coincidiendo con lo reportado por Rivera et al. (2006), Aguiar et al (2000) y Brito et al (2009).

## 2. ENFERMEDADES DIARREICAS EN MENORES DE CINCO AÑOS DE EDAD

En la tabla 10, se muestra el número de casos atendidos, por el Ministerio de Salud, de enfermedades diarreicas en menores de cinco años de la zona de Saparcón Bajo – Las Monjas, así como los reportes de la comunidad de El Cedro, que estuvieron registrados en la RED IV de Salud de San Marcos – MINSA; y su comparación con los casos reportados en la encuesta aplicada a las familias de la zona en estudio; observándose que solo cinco casos de los 20 reportados por la encuesta, fueron atendidos en el establecimiento de salud, lo que representa solo el 25% de casos ocurridos, la gran mayoría de los casos son tratados por los propios padres, quienes recurren a boticas de salud o curanderos de la zona. . Con relación a los casos ocurridos en El Cedro, se tiene que solo se reportaron 3 al MINSA, representando el 33,33% del total de niños menores de 5 años de la comunidad (9 niños)

Tabla 10: Menores de cinco años que presentaron Enfermedad Diarreica Aguda, del sector de Saparcón Bajo – Las Monjas

Lugar	Nº total de niños < 05 años	Nº casos EDA MINSA	Porcentaje	Nº casos EDA encuesta	Porcentaje	Diferencia
Saparcón Bajo – Las Monjas	09	05	25	20	100	75,00
El Cedro	09	03	33,33	--	--	--

Con la información que se reporta en la tabla 10, sobre los cuadros de enfermedades diarreicas presentados en menores de cinco años en la zona de Saparcón Bajo – Las Monjas y en la comunidad de El Cedro, durante los meses de abril a julio del 2014, se tiene que el Odd Ratio es de 2,5; es decir que los niños menores de cinco años de la zona de Saparcón Bajo – Las Monjas, son 2,5 veces más vulnerables de contraer enfermedades de cursos diarreicos que los niños menores de cinco años de la comunidad de El Cedro, lo cual, en este caso se puede atribuir a la presencia del botadero de residuos sólidos; coincidiendo así con lo reportado por Silva et al (2002) y Osoreo et al (2009), que mencionan que una de las principales causas para

la presentación de estas enfermedades es el agua contaminada, por Coliformes termotolerantes, en especial *Escherichia coli*.

Adicionalmente, la información proporcionada por la encuesta aplicada, revela que el agua de la unión de los ríos Huayobamba y Cascasen tiene un uso primario y productivo (Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338), principalmente, ya que es usada para el aseo personal de los pobladores de la ribera, riego de sembríos agrícolas, juegos de los menores de la zona (niños menores de cinco años de edad); lo que contribuye a un mayor riesgo de presentación de enfermedades diarreicas en esta población, coincidiendo de esta manera, con lo reportado por Pajares (2004) y Silva (2009), que indican que el contacto con el agua contaminada por coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*, incrementa el riesgo de contraer enfermedades diarreicas, en las poblaciones vulnerables (menores de cinco años y ancianos).

Los resultados proporcionados permite determinar que la calidad microbiológica del agua de la unión de los ríos Huayobamba y Cascasen está afectada por la presencia del botadero de residuos sólidos de la ciudad de San Marcos, causando desmedro de la calidad de agua, lo que se refleja en el mayor riesgo de presentación de enfermedades diarreicas en menores de cinco años de edad, (2,5 veces más) en relación al riesgo que existe en la comunidad de El Cedro – San Marcos - Cajamarca.

Para un mejor detalle de los resultados se han incluidos en los anexos del presente trabajo los informes de los análisis solicitados al Laboratorio NKAP SRL. y al Laboratorio de Microbiología del Departamento Académico de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Cajamarca.



## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Conclusiones:

El botadero de residuos sólidos de la ciudad de San Marcos, representa un factor de riesgo de 2,5 veces más, para la presentación de enfermedades diarreicas en menores de cinco años del sector Saparcón Bajo – Las Monjas, con relación a la comunidad de El Cedro, que no tiene contacto con el botadero de residuos sólidos.

El botadero de residuos sólidos de San Marcos, no tiene mayor efecto o impacto sobre el deterioro de algunos parámetros físicos y químicos evaluados, ya que se encuentran dentro del rango de los estándares nacionales de calidad ambiental para Agua, establecidos por el Decreto Supremo N° 002-2008 - MINAM.

El botadero de residuos sólidos de San Marcos, tiene un efecto o impacto significativo sobre los parámetros microbiológicos de Coliformes totales, que se encuentran superando en 17,77 veces más el rango máximo superior de los ECAs para agua, mientras que los termotolerantes superaron en 27,93 veces más los rangos establecidos en los ECAs para agua, en la categoría 3 del uso del agua (Decreto Supremo N° 002 – 2008 MINAM); y por ende contribuye al desmedro de la calidad del agua de la unión de los ríos evaluados; y por lo tanto representa un riesgo para la salud pública de la población ribereña.

No se ha logrado determinar con exactitud, el efecto del botadero de residuos sólidos sobre el incremento de *Escherichia coli*, pero se puede inferir que hay un efecto también significativo, por la información reportada en los parámetros microbiológicos previos a la determinación *Escherichia coli*. Además se puede concluir que las aguas de los ríos Huayobamba y Cascasen se encuentran contaminados por *Escherichia coli* antes de entrar en contacto con el botadero de San Marcos.

## Recomendaciones:

Se recomienda a las autoridades de la Municipalidad Provincial de San Marcos, reubicar el botadero de residuos sólidos de la ciudad, para no continuar afectando la calidad de agua de los ríos Huayobamba y Cascasen, así como su confluencia.

Las instituciones involucradas al tema de salud y monitoreo de aguas, como es la Red IV de Salud San Marcos, Autoridad Local del Agua y Municipalidad Provincial de San Marcos, que en próximos estudios sobre la calidad microbiológica del agua de los ríos de Huayobamba y Cascasen, se evalúe el número más probable o las unidades formadoras de colonias de *Escherichia coli* que hay por cada mililitro de agua.

Considerar otros estudios, que incluyan dentro de su investigación otras enfermedades que se relacionan con la presencia del botadero de residuos sólidos como son parasitosis y problemas dermatológicos, entre otros.

El MINSA, a través del área respectiva debe brindar más información y confianza a los pobladores de Saparcón Bajo – Las Monjas, a fin de que acudan más al puesto de salud que les corresponde.

El MINSA y la Municipalidad Provincial de San Marcos, deben aunar esfuerzos con el fin de desarrollar campañas de sensibilización sobre Educación ambiental y sanitaria, para mejorar la calidad de agua de los ríos evaluados y la salud de la población ribereña.

## LISTA DE REFERENCIAS

Aguiar, P, Cepero, J, Coutin, G. 2000. La calidad del agua de consumo y las enfermedades diarreicas en Cuba 1996 – 1997. (en línea). Revista Panamericana de salud Pública. 7 (5)

Bañares, FF, Esteve, MC. 2012. Diarrea crónica. Síntomas gastrointestinales frecuentes. Disponible en [www.aegastro](http://www.aegastro)

Brito, E, Oliveira, C, Bezerra, E, Vasconcelos, D, Da Cruz, D, Lúzio, F, Morales, M. 2009. La detección de bacterias enteropatógenas y enteroparasitarias en los pacientes con diarrea aguda en Juturi, Pará, Brasil. Rev. Pan-Amaz Saude. 1 (N Esp):143 – 148 pp.

Cabrera, CC, Maldonado, DM, Arévalo GW, Pacheco AR, Giraldo VA y Loayza, S. 2002. Relaciones entre calidad ambiental y calidad de vida en Lima Metropolitana. Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 5(9) Lima enero – junio 2002.

Cáceres, O. 1990. Desinfección del agua. Ediciones Propaced. 1era. Ed. Perú

Campos, CP. 2003. Indicadores de contaminación fecal en aguas. In CYTED 2003. Agua potable para comunidades rurales, reuso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas. Disponible en [www.tierra.redis.es/hidrored/ebooks/ripda](http://www.tierra.redis.es/hidrored/ebooks/ripda).

Cantanhede, A y Monge, G. 1995. Saneamiento Ambiental: La problemática de la disposición final de las basuras y sus implicancias sobre el ambiente y la salud. Conferencia presentada dentro del marco del V Foro Internacional “Descentralización, espacios locales y gestión de los servicios públicos para el futuro de las ciudades Lima 17 y 18 de agosto de 1995 CEPIS – GTZ. Perú.

Centro Guamán Poma de Ayala ONG. 2004. Mejorando la salud y la calidad de vida. Cuzco - Perú

Coronel, C. 2000. Problemas identificados en el manejo de las Enfermedades diarreicas agudas. Revista Cubana de Medicina General Integral. 16 (5). 340 – 345pp

Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para el Agua. Disponible en [www.elperuano.com.pe](http://www.elperuano.com.pe); publicado el 31 de julio del 2008.

Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Disponible en [www.digesa.minsa.gob.pe](http://www.digesa.minsa.gob.pe); Consultado el 10 de febrero del 2015.

DIGESA (Dirección general de salud ambiental).2007. Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales.(en línea). Disponible en [www.minsa.gob.pe](http://www.minsa.gob.pe). Consultado el 13 de mayo del 2013.

ECOSAC – Municipalidad Provincial de San Marcos. 2013. Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos del distrito Pedro Gálvez, Provincia de San Marcos – Región Cajamarca.

Escobar, RJJ, Barg, U. 1990. La Contaminación de Aguas Continentales de Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Panamá, Perú y Venezuela. COPESCAL – Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO Roma.

ESSALUD (Seguro Social de Salud – Perú). 2012. Boletín epidemiológico. N° 02 - 2012 [www.essalud.gob.pe](http://www.essalud.gob.pe). Consultado el 23 de mayo del 2013.

García, RJA y Picazo, JJ. 1996. Microbiología Médica. Editorial Mosby/Doyma Libros S.A. Madrid – España.431 pp.

Gonzales TC. 2011 “Monitoreo de la calidad de agua: turbidez” disponible en [www.worldwatermonitoring.day.org](http://www.worldwatermonitoring.day.org)

Guzmán, CG, Thalasso, F, Ramírez, LEM, Rodríguez, NS, Guerrero, BAL y Avelar, GFJ. 2010. Evaluación espacio temporal de la calidad de agua del río San Pedro en el estado de Aguas Calientes – México. Revista Int. Contaminación Ambiental.27 (02) – 2011. México

INAPMAS (Instituto Nacional de Protección del Medio Ambiente para la Salud).1995.Residuos sólidos en Lima – Perú.(en línea). Disponible en [www.minsa.gob.pe/inapmas/siatpa/tecno.html](http://www.minsa.gob.pe/inapmas/siatpa/tecno.html)

ITINTEC 1987. Normas técnicas 214.003 para el Control Microbiológico de aguas. ITINTEC. Lima - Perú.

Jaramillo, J. 1999. Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales. Conferencia presentada en la Feria y Seminario Internacional Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos, Siglo XXI desarrollada en Medellín del 09 al 12 de noviembre de 1999. Colombia.

Jaramillo, C y Martinez, J. 2010. Epidemiología Veterinaria. Editorial Manual Moderno. México. 198 pp.

Labán G y Marcial, R. 2006. Contaminación en el tramo urbano del río Piura, diciembre 2005 – abril 2006. Revista Científica Universalía. 10 (02)– 2005. Piura - Perú

León G, Moscoso J 1995. “Usos de aguas residuales tratadas, potencialidades y limitaciones Lima” Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). (en línea). Disponible en <http://www.cepis.org.pe>. Consultado el 22 de mayo del 2013.

León, G y Sanhuenza, JC. 1995. Medidas de protección sanitaria en el aprovechamiento de aguas residuales y lodos de las plantas de tratamiento. Tema tratado en el Curso regional El tratamiento y la Reutilización de aguas, desarrollado en Mérida – Venezuela, del 13 de marzo al 17 de abril de 1995. OPS (Organización panamericana de la salud)/CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente)/95. Lima. Perú.

Ley N° 29338. Ley de Recursos Hídricos. (en línea). Disponible en [www.minag.gob.pe](http://www.minag.gob.pe). Consultada el 23 de mayo del 2013

Ley N° 28611. Ley General del Ambiente. (en línea). Disponible en [www.minam.gob.pe](http://www.minam.gob.pe). Consultada el 23 de mayo del 2013

Ley N° 27314. Ley General de los Residuos Sólidos. (en línea). Disponible en [www.minam.gob.pe](http://www.minam.gob.pe). Consultada el 23 de mayo del 2013

Marco, L, Azário, R, Metzler, M, García, C. 2004. La turbidez como indicador de la calidad de aguas potabilizadoras a partir de fuentes superficiales. Revista de Higiene y Sanidad Ambiental, N° 04. PP 72 - 82

Martínez, CM, Guerra GR y Martínez, HG. 2004. Evaluación de la aplicación de un material arcilloso para usarlo como barrera para los lixiviados de los tiraderos de basura municipal, pruebas a escala de laboratorio. Revista Tecnología Ciencia y Educación. 19 (02)

Miranda, J, Ramos, W. 2010. Pronóstico de tendencia nacional y regional de las enfermedades diarreicas agudas en menores de 05 años de edad en el Perú, mediante un modelo ARIMA con le enfoque Box – Jenkins. Revista Peruana de Epidemiología. 14 (01). Abril 2010. 24 – 31pp.

Ministerio del Ambiente (MINAM). 2010. Compendio de la Legislación ambiental peruana - Volumen V – Calidad Ambiental. (en línea). Disponible en [www.minam.gob.pe](http://www.minam.gob.pe). Consultado el 23 de mayo del 2013.

Ministerio de Agricultura (MINAG). 2014. Hidrología: principales cuencas. (en línea). Disponible en [www.minag.gob.pe](http://www.minag.gob.pe). Consultado el 26 de mayo del 2014

Municipalidad provincial de San Marcos. Datos de la provincia. (en línea). Disponible en [www.munisanmarcos.org.pe](http://www.munisanmarcos.org.pe). Consultada el 04 de junio del 2013.

Osores, PF, Roca, RJC, Rosas, RW y Domínguez, N. 2009. Presencia de bacterias patógenas en las aguas de la desembocadura del río Surco y la playa La Chira, Lima, Perú, Junio 2009. Acta Médica Per. 26 (04)

Padilla, CT, García, AN y Pérez, DW. 2010. Caracterización física, química y bacteriológica, en dos épocas del año, de la sub cuenca del río Quiscab, Guatemala. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. 19 (03)

Pajares, ACE. 2004. Impacto de la actividad humana y agropecuaria en la calidad sanitaria del agua del río Porcón (Cajamarca). Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Cajamarca. Perú

Paredes, OVV. 2005. Relación entre la producción per cápita de residuos sólidos domésticos y niveles socio económicos de los hogares de la ciudad de Cajamarca. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Cajamarca. Perú.

Pavón, STB, Romero, TH, Roa, MG, Arvizu, JL, Murgía, GY, Huacuz, VJ. 2010 Evaluación de un reactor electroquímico en el tratamiento de lixiviados aplicando energía solar. Conferencia presentada en el III Encuentro de la Sociedad Mexicana de Electroquímica, realizada del 31 de mayo al 04 de junio del 2010 en Zacatecas – México.

Perú Ecológico. 2013. La Contaminación del Agua. Recuperado de [www.peruecologico.com.pe/lib\\_c23\\_t01.htm](http://www.peruecologico.com.pe/lib_c23_t01.htm). Consultada el 20 de mayo del 2013.

Puerto, AM del, Concepción, M, Iglesias, A. 1999. Calidad del agua y enfermedades de transmisión digestiva. Revista Cubana de Medicina General Integral. 15 (05).

Rivera, A, Chávez, E, Rendón, G y Giono, S. 2006. Viabilidad de *Escherichia coli* en diferentes contaminantes. Revista Peruana de Medicina Experimental en Salud Pública. 23 (02).

Rivera, JM, Rodríguez, UC y López, OJ. 2008. Contaminación Fecal en Hortalizas que se Expenden en Mercados de la ciudad de Cajamarca, Perú. Revista Perú Med. Exp. Salud Pública - 2009. 26 (1). 45 – 46pp

SENAMHI (Servicio nacional de meteorología e hidrología del Perú). Monitoreo de la calidad de agua de los ríos en el Perú. Recuperado de: [www. Senamhi.gob.pe](http://www.Senamhi.gob.pe). Consultada el 23 de mayo del 2013.

SENAMHI (Servicio nacional de meteorología e hidrología del Perú). (en línea). Disponible en: [www. Senamhi.gob.pe](http://www. Senamhi.gob.pe). Consultada el 23 de mayo del 2013.

SESMA (Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente – Chile). 2013. Información General relativa a residuos domiciliarios. (en línea). Recuperado de: [www.seremisaludrm.cl/sitio/download/residuos/antecgeneralresiduosd.pdf](http://www.seremisaludrm.cl/sitio/download/residuos/antecgeneralresiduosd.pdf).

Consultada el 20 de agosto del 2014.

Silva, DH. 2009. Enteroparasitosis en el centro poblado Bella Unión, influenciado por el río San Lucas, Cajamarca – Perú. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Cajamarca.

Silva, GSE, Muñoz, OA, De la Isla, BML e Infante, GS. 2002. Contaminación Ambiental en la Región de Atlixco: 1. Agua. Terra. 20 (03).

Standard methods for the examination of water and waster water. (en línea). Disponible en [www.standardmethods.org](http://www.standardmethods.org). Consultada el 30 de mayo del 2013.

Taipe, BM y Carranza, CC. 2006 “Identificación y evaluación de las principales fuentes de contaminación del río Vilcanota en el sector Calca Urubamba”. Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 09 (17). Lima 2006.

Tantaleán, OJM. 2012. “Contaminación del tramo urbano del río Piura por residuos sólidos inorgánicos” Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Piura.

Thatcher, FS y Clark, DS. 1973. Análisis Microbiológico de los Alimentos. Acribia. Zaragoza – España

Vargas, IM, Rodríguez, NJJ y Juárez, A. 2005. Los Residuos Urbanos y la Degradación Ambiental en la Cabecera municipal de Ixtlahuacan del Río, Jalisco. (en línea). Sincronía n° 04 – 2010. Disponible en [www.dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3803104](http://www.dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3803104). Consultado el 10 de octubre del 2014.

Vieytes, R. 2004 “Metodología de la investigación en organizaciones, mercado y sociedad” Editorial de las Ciencias. Argentina 2004.

WHO, 2013 Enfermedades diarreicas, hoja informativa N° 330, abril 2013, disponible en la página web [www.who.int/mediacentre](http://www.who.int/mediacentre). Consultado el 13 de setiembre del 2014.



# **ANEXOS**

## ANEXO 01

### TÉCNICAS DE ANÁLISIS PARA DETERMINAR COLIFORMES TOTALES, TERMOTOLERANTES Y *Escherichia coli*

#### MÉTODO DE LOS TUBOS MÚLTIPLES

(Standard methods for the examination of water and wastewater)

#### FUNDAMENTO:

Se siembran o inoculan volúmenes parciales de una muestra de agua en una serie de tubos de ensayo que contienen un medio de caldo de cultivo adecuado.

Después de un período de incubación específico a una temperatura dada, cada tubo que muestra formación de gas es considerado como presuntamente positivo, ya que esto indica la posible presencia de bacterias Coliformes; sin embargo, como también otros organismos pueden producir gas, es aconsejable una subsecuente prueba de confirmación. A ambas pruebas se les conoce como prueba presuntiva y prueba de confirmación respectivamente.

Para la prueba confirmativa se siembra material tomado de los tubos presuntamente positivos, en un medio de cultivo más selectivo, después de un intervalo de tiempo apropiado se examina los tubos para detectar la formación de gas, como en la prueba anterior. Entonces a partir del número de tubos inoculados y con el número de tubos con resultado positivo obtenidos en la prueba confirmativa, se puede estimar la concentración de bacterias en la muestra.

Para la determinación del NMP, se usan tablas estadísticas pre establecidas, teniendo cuidado de tomar en cuenta las diluciones realizadas.

## **PROCEDIMIENTO**

Se recolecta una muestra de 1000 mL de agua del río de la parte central del mismo, y se mantiene en refrigeración (menor a 8°C) hasta ser llevado al laboratorio (no debe pasar de 24 horas).

En el laboratorio se procede a separar de la muestra un mL y se coloca en 9 mL de agua stock, de tal manera que se tendrá una dilución de  $10^{-1}$ , luego de este tubo se tomará 01 mL de muestra y se colocará en otro tubo obteniendo de esta manera otra dilución, y así se continuará hasta obtener las diluciones necesarias y que se requiere (se recomienda 10 diluciones). Luego se procede a sembrar en tubos previamente preparados con lauril sulfato 01 mL de cada uno de las diluciones. Estos tubos son incubados a una temperatura de 35 a 37 °C por 24 a 48 horas. Después de este tiempo se procede a revisar los tubos para determinar los presuntamente positivos, estos indican presencia de Coliformes.

Estos positivos son sembrados en caldo brilla (verde brillante) y en caldo EC Broth, para determinar la presencia de Coliformes totales y termotolerantes.

En el caso de Coliformes totales, se incubaran los tubos a una temperatura de 37°C por 24 horas, mientras que para Coliformes termotolerantes, el periodo de incubación es de 24 horas a una temperatura de 44°C.

### **DETERMINACIÓN DE *Escherichia coli***

Para esta parte del análisis se utiliza el reactivo de Kovac's que contiene n - butanol para realizar la prueba de indol. El reactivo reacciona con el Indol que es un metabolito final de una proteína, formando un anillo de color grosella, considerando al tubo como positivo, demostrando de esta manera la presencia de *Escherichia coli*.

Se agrega este reactivo solamente a los tubos que salgan positivos en cultivo con caldo EC.

## DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO)

Se disuelve un cojín de nutrientes en 03 litros de agua destilada que servirá para el blanco y la dilución de las muestras.

Se extrae 35 mL de cada muestra y se mezcla con 665 mL del preparado, cada una por separado, completando de esta manera los 700 mL. Se homogeniza y se coloca en frascos de tapa esmerilada previamente rotulados o identificados (se hace 02 por muestra), con lo que se obtiene 10 frascos, de cada par se lee uno inmediatamente teniendo de esta manera la lectura 1 (L1), los otros 05 se procede a incubarlos por 05 días a una temperatura de 20 °C, al cabo de este tiempo se lee los resultados, obteniéndose de esta manera la lectura 2 (L2).

Una vez obtenidos estas dos lecturas se procede a hacer el cálculo con la siguiente fórmula:

$$D = (A - (1 - P) * B) \div P \text{ m /L}$$

Donde:

A: Consumo de oxígeno de la muestra (diferencias entre lecturas, L1 y L2)

P: Porcentaje de dilución

B: Consumo de oxígeno del blanco (B1 – B2)

## Parámetros microbiológicos evaluados

VARIABLE EVALUADA	ESTACIÓN DE MUESTREO	MESES DE MUESTREO			
		ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
COLIFORMES TOTALES	C1	3400	2000	680	2700
	H1	46000	27000	28000	14000
	HC1	230000	79000	35000	22000
	HC2	130000	79000	11000	28000
	HC3	230000	170000	17000	35000
COLIFORMES FECALES	C1	1200	2000	450	2200
	H1	46000	13000	1500	1700
	HC1	130000	79000	3400	3400
	HC2	110000	79000	2600	4000
	HC3	130000	110000	7900	11000
<i>Escherichia coli</i>	C1	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
	H1	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
	HC1	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo
	HC2	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
	HC3	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo

VARIABLE EVALUADA	ESTACIÓN DE MUESTREO	MESES DE MUESTREO			
		ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
COLIFORMES TOTALES	C1	3.4E+03	2.0E+03	6.8E+02	2.7E+03
	H1	4.6E+04	2.7E+04	2.8E+04	1.4E+04
	HC1	2.3E+05	7.9E+04	3.5E+04	2.2E+04
	HC2	1.3E+05	7.9E+04	1.1E+04	2.8E+04
	HC3	2.3E+05	1.7E+05	1.7E+04	3.5E+04
COLIFORMES FECALES	C1	1.2E+03	2.0E+03	4.5E+02	2.2E+03
	H1	4.6E+04	1.3E+04	1.5E+03	1.7E+03
	HC1	1.3E+05	7.9E+04	3.4E+03	3.4E+03
	HC2	1.1E+05	7.9E+04	2.6E+03	4.0E+03
	HC3	1.3E+05	1.1E+05	7.9E+03	1.1E+04
<i>Escherichia coli</i>	C1	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
	H1	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
	HC1	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo
	HC2	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
	HC3	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo

**Parámetros de calidad de agua evaluados por estación de muestreo y reportados por el Laboratorio NKAP SRL.**

Código de muestra	Número de muestreo	Parámetros evaluados			
		Turbidez (NTU)	pH	DBO (mg/L)	T° (°C)
HC1	1	7	8,40	3,5	15,5
HC2	1	9	8,41	3,4	15,5
HC3	1	7	8,37	4,94	15,5
H1	1	3	8,55	3,7	15
C1	1	23	8,4	3,8	14
HC1	2	10	8,22	2,5	12
HC2	2	5	8,36	2,1	12
HC3	2	5	8,34	2,2	12
H1	2	1	8,34	menor 2	11,5
C1	2	10	8,2	2	13
HC1	3	menor 1	8,18	menor 2	15
HC2	3	menor 1	8,32	menor 2	15
HC3	3	menor 1	8,38	menor 2	15
H1	3	menor 1	8,49	menor 2	15
C1	3	menor 1	8,02	menor 2	15
HC1	4	5	7,84	2,3	12
HC2	4	5	7,89	3,4	12
HC3	4			3,6	12
H1	4	10	7,83	2,3	13
C1	4	menor 1	7,77	2,9	15

## Resultados de Parámetros evaluados para determinar calidad de agua

Código de muestra	Número de muestreo	Parámetros evaluados				Parámetros evaluados		
		Turbidez (NTU)	pH	DBO (mg/l)	T° (°C)	Coliformes totales (NMP/100 mL)	Coliformes fecales (NMP/100 mL)	<i>E. coli</i>
HC 1	1	7	8,4	3,5	15,5	230 000	130 000	Negativo
HC 1	2	10	8,22	2,5	12	79 000	79 000	Positivo
HC 1	3	menor 1	8,18	menor 2	15	35 000	3 400	Positivo
HC 1	4	5	7,84	2,3	12	22 000	3 400	Positivo
HC 2	1	9	8,41	3,4	15,5	130 000	110 000	Positivo
HC 2	2	5	8,36	2,1	12	79 000	79 000	Positivo
HC 2	3	menor 1	8,32	menor 2	15	11 000	2 600	Positivo
HC 2	4	5	7,89	3,4	12	28 000	4 000	Positivo
HC 3	1	7	8,37	4,94	15,5	230 000	130 000	Positivo
HC 3	2	5	8,34	2,2	12	170 000	110 000	Positivo
HC 3	3	menor 1	8,38	menor 2	15	17 000	7 900	Positivo
HC 3	4			3,6	12	35 000	11 000	Positivo
H 1	1	3	8,55	3,7	15	46 000	46 000	Positivo
H 1	2	1	8,34	menor 2	11,5	27 000	13 000	Positivo
H 1	3	menor 1	8,49	menor 2	15	28 000	1 500	Positivo
H 1	4	10	7,83	2,3	13	14 000	1 700	Positivo
C 1	1	23	8,4	3,8	14	3 400	1 200	Positivo
C 1	2	10	8,2	2	13	2 000	2 000	Positivo
C 1	3	menor 1	8,02	menor 2	15	680	450	Positivo
C 1	4	menor 1	7,77	2,9	15	2 700	2 200	Positivo



## ANEXO 02

### FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE ESTACIONES DE MUESTREO

<b>Nombre del lugar</b>	HC1
<b>Coordinadas U.T.M.</b>	9187393
<b>Descripción de la estación de muestreo (ubicación)</b>	Donde se ubica el botadero de San Marcos

<b>Nombre del lugar</b>	HC2
<b>Coordinadas U.T.M.</b>	9187303
<b>Descripción de la estación de muestreo (ubicación)</b>	A 100 metros de la estación de muestreo HC1

<b>Nombre del lugar</b>	HC3
<b>Coordinadas U.T.M.</b>	9187222
<b>Descripción de la estación de muestreo (ubicación)</b>	A 100 metros de la estación de muestreo HC2

<b>Nombre del lugar</b>	H1
<b>Coordinadas U.T.M.</b>	9187805
<b>Descripción de la estación de muestreo (ubicación)</b>	En el río Huayobamba, donde se encuentra el puente peatonal (San Marcos).

<b>Nombre del lugar</b>	C1
<b>Coordinadas U.T.M.</b>	9188120
<b>Descripción de la estación de muestreo (ubicación)</b>	En el río Cascasen, a 100 metros aproximadamente del puente de salida a Cajabamba.

**Fuente:** Extraído del Decreto Supremo N° 023 – 2009 – MINAM.

### ANEXO 03

#### MODELO DE ETIQUETA PARA MUESTRAS DE AGUA

Origen de la fuente	Aguas Superficiales	Código/ nombre de la estación de muestreo	HC1
Localidad (sector)	Saparcón Bajo – Las Monjas (San Marcos)	Fecha y hora de muestreo	6: 30 am
Distrito	Pedro Gálvez	Fecha y hora de ingreso Laboratorio	11:30 am
Provincia	San Marcos	Cantidad de muestra (mL)	2500 mL
Región	Cajamarca	Nombre del Muestreador	Rosmery Cruz Cerna
Observaciones			

**Fuente:** Protocolos de control y monitoreo de aguas continentales superficiales de DIGESA - MINSA (2007).

**ANEXO 04**

**ENCUESTA APLICADA**

Fecha: .....

Nombre del encuestado: .....

Ubicación de su predio: .....

Edad: ..... Sexo: .....

1. ¿Tiene niños menores de 05 años de edad?

Si (.....) No (.....) ¿Cuántos? .....

2. ¿Cuántos niños tiene?

Niño	Edad	Sexo
Niño 1		
Niño 2		
Niño 3		
Niño 4		
Niño 05		

3. ¿En los últimos meses (abril a julio del 2014), alguno de los niños menores de 05 años se ha enfermado del estómago?

Si (.....) No (.....)

4. Presentó vómitos

Si (.....) No (.....)

5. Presentó diarreas

Si (.....) No (.....)

6. ¿Cuántas veces?

.....

7. ¿Acudió a algún centro de salud?

Si (.....) No (.....)

8. ¿Qué le diagnosticaron?

.....  
.....

9. ¿Le hicieron algún análisis de heces?

Si (.....) No (.....)

10. ¿Cuál fue el resultado?

.....

11. ¿Cuándo su niño tubo diarrea, también hizo fiebre?

Si (.....) No (.....)

12. El color de la diarrea era .....

13. ¿Tenía olor fétido la diarrea?

Si (.....) No (.....)

14. ¿Consume el agua del río?

Si (.....) No (.....)

Consumo directo: Si (.....) No (.....)

Riego de sus cultivos: Si (.....) No (.....)

Otros:

.....

15. ¿Los niños juegan en el río?

Si (.....) No (.....)

16. ¿Los niños se bañan en el río?

Si (.....) No (.....)

Observaciones:

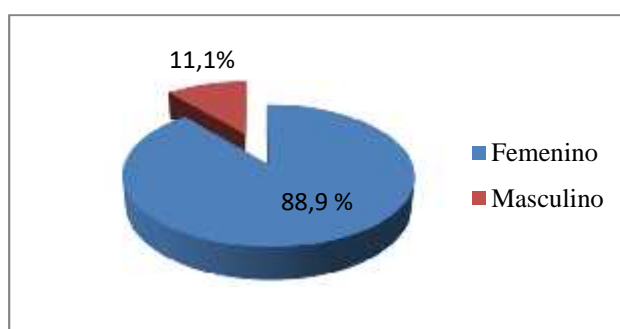
.....  
.....

## RESULTADOS DE LA ENCUESTA APLICADA

### PARTE INFORMATIVA:

**Tabla 1: Distribución porcentual de los entrevistados por el sexo**

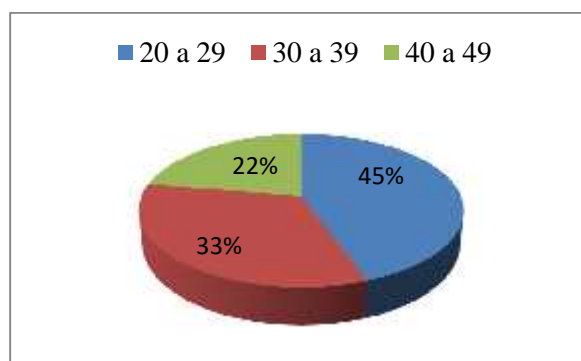
Variables	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
Femenino	8	88,9	88,9	88,9
Masculino	1	11,1	11,1	100,0
Total	9	100,0	100,0	



**Figura 1: Porcentaje del Sexo femenino vs sexo masculino de entrevistados**

**Tabla 2: Distribución porcentual de los encuestados por su grupo etario**

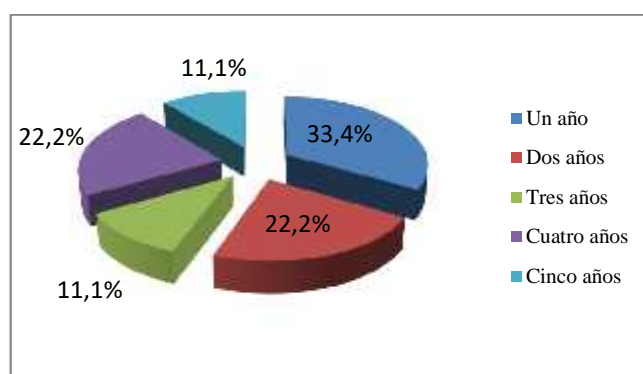
Edad (años)	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
20 a 29	4	44,5	44,5	44,5
30 a 39	3	33,3	33,3	77,8
40 a 49	2	22,2	22,2	100,0
Total	9	100,0	100,0	



**Figura 2: Edad de los entrevistados, expresado en años y porcentaje**

**Tabla 3: Distribución porcentual de los hijos de las familias encuestadas, por categoría etaria**

Edad (años)	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
Un año	3	33,4	33,4	33,4
Dos años	2	22,2	22,2	55,6
Tres años	1	11,1	11,1	66,7
Cuatro años	2	22,2	22,2	88,9
Cinco años	1	11,1	11,1	100,0
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

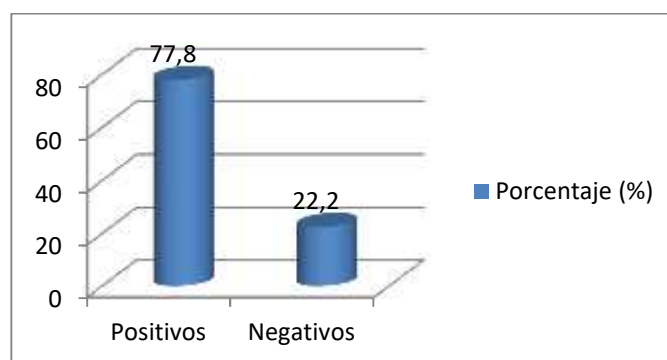


**Figura 3: Porcentaje de niños menores de cinco años de Saparcón Bajo - Las Monjas**

#### PARTE INFORMATIVA DE PRESENTACIÓN DE EDAS:

**Tabla 4: Número de niños menores de 5 años que enfermaron del estómago**

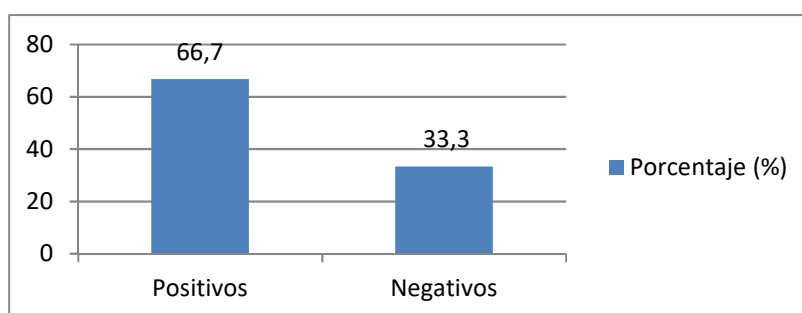
Niños enfermos	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
Positivos	7	77,8	77,8	77,8
Negativos	2	22,2	22,2	100,0
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	



**Figura 4: Porcentaje de niños enfermos del estómago**

**Tabla 5: Niños que presentaron vómito cuando tuvieron el cuadro diarreico**

Niños enfermos	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
<b>Positivos</b>	6	66,7	66,7	66,7
<b>Negativos</b>	3	33,3	33,3	100,0
<b>Total</b>	9	100,0	100,0	



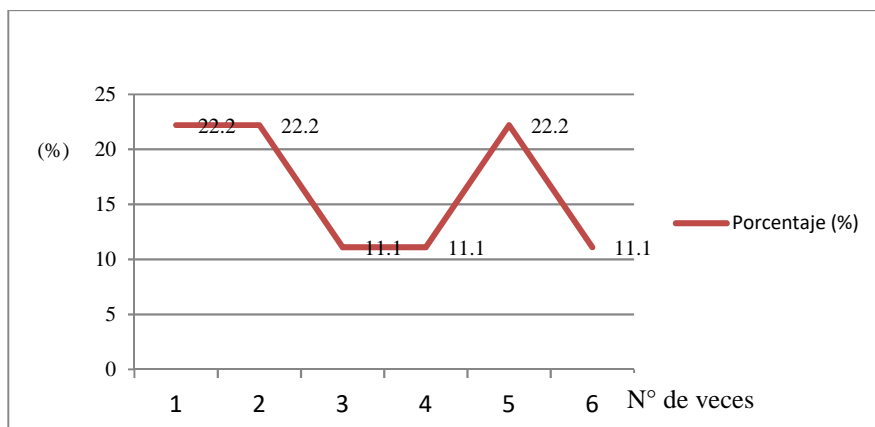
**Figura 5: Porcentaje de niños que presentaron vómitos**

**Tabla 6: Niños que presentaron cuadros diarreicos e hicieron fiebre**

Niños enfermos	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
<b>Positivos</b>	6	66,7	66,7	66,7
<b>Negativos</b>	3	33,3	33,3	100,0
<b>Total</b>	9	100,0	100,0	

**Tabla 7: Número de veces que presentaron Enfermedades Diarreicas Agudas, los menores de 05 años de edad**

Nº veces	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
<b>0</b>	2	22,2	22,2	22,2
<b>1</b>	2	22,2	22,2	44,4
<b>2</b>	1	11,1	11,1	55,6
<b>3</b>	1	11,1	11,1	66,7
<b>4</b>	2	22,2	22,2	88,9
<b>5</b>	1	11,1	11,1	100,0
<b>Total</b>	9	100,0	100,0	



**Figura 6: N° veces que enfermaron los niños, de abril a julio 2014**

**Tabla 8: Asistencia a centros de salud, cuando enfermaron los menores**

Variable	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
<b>Si</b>	5	55,6	55,6	55,6
<b>No</b>	4	44,4	44,4	100,0
<b>Total</b>	9	100,0	100,0	

## PARTE INFORMATIVA SOBRE EL USO DEL AGUA DE LOS RÍOS EVALUADOS

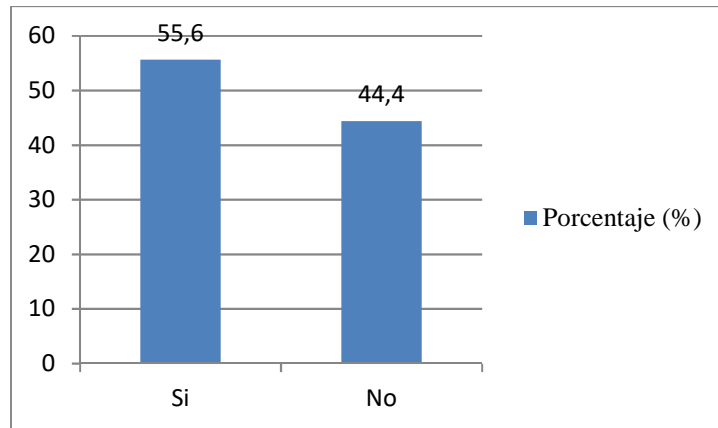
**Tabla 9: Familias que dan uso primario al agua de la unión de los ríos Huayobamba y Cascasen**

Variable	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
<b>Si</b>	3	33,3	33,3	33,3
<b>No</b>	6	66,7	66,7	100,0
<b>Total</b>	9	100,0	100,0	

**Tabla 10: Familias que usan el agua de la unión de los ríos Huayobamba y Cascasen, para el riego de cultivos**

Variable	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
<b>Si</b>	5	55,6	55,6	55,6
<b>No</b>	4	44,4	44,4	100,0
<b>Total</b>	9	100,0	100,0	





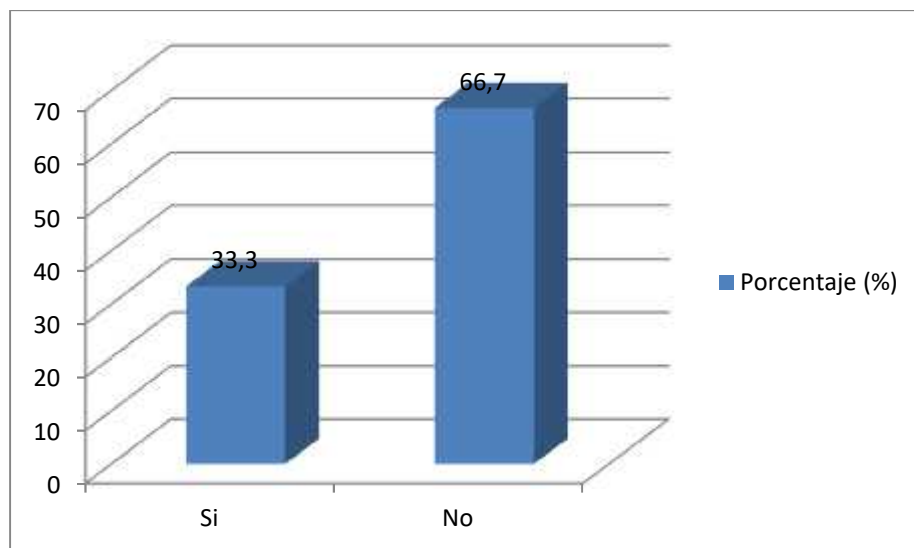
**Figura 7: Porcentaje de familias que usan el agua para riego de cultivos**

**Tabla 11: Número de niños menores de 05 años que juegan en el agua de la unión de los ríos Huayobamba y Cascasen**

Variable	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
Si	3	33,3	33,3	33,3
No	6	66,7	66,7	100,0
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

**Tabla 12: Número de niños que se bañan en el agua de la unión de los ríos Huayobamba y Cascasen**

Variable	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
Si	3	33,3	33,3	33,3
No	6	66,7	66,7	100,0
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	



**Figura 8: Porcentaje de niños que juegan en el agua de la unión de los ríos Huayobamba y Cascasen**

### Anexo 05

#### Análisis Estadístico de la Calidad de Agua e Incidencia de Enfermedades Diarreicas Agudas

Tipo de agua	Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx	Asimetría	Kurtosis
Botadero (*)	Turbidez (NTU)	12	5,08	2,97	1,00	10,00	-0,05	-0,85
Botadero (*)	pH	12	8,23	0,21	7,84	8,41	-1,06	-0,70
Botadero (*)	DBO (mg/L)	12	2,80	0,96	1,90	4,94	1,01	-0,13
Botadero (*)	Temperatura (°C)	12	13,63	1,71	12,00	15,50	0,04	-1,95
Botadero (*)	Coliformes totales (NMP/100 mL)	12	88833,33	81749,99	11000,00	230000,00	0,91	-0,88
Botadero (*)	Coliformes fecales (NMP/100 mL)	12	55858,33	54995,41	2600,00	130000,00	0,25	-1,72
No botadero (**)	Turbidez (NTU)	8	6,25	7,83	1,00	23,00	1,66	0,57
No botadero (**)	pH	8	8,20	0,30	7,77	8,55	-0,42	-1,38
No botadero (**)	DBO (mg/L)	8	2,55	0,81	1,90	3,80	0,89	-1,20
No botadero (**)	Temperatura (°C)	8	13,94	1,32	11,50	15,00	-0,94	-0,75
No botadero (**)	Coliformes totales (NMP/100 mL)	8	15472,50	16618,09	680,00	46000,00	0,93	-0,77
No botadero (**)	Coliformes fecales (NMP/100 mL)	8	8506,25	15683,35	450,00	46000,00	2,50	2,37

**Nota:**

(\*) Corresponde a las estaciones de muestreo HC1, HC2 y HC3.

(\*\*) Corresponde a las estaciones de muestreo H1 y C1.

## Prueba T para muestras Independientes

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media (1)	Media(2)	Media(1) - Media(2)
Tipo de agua	Turbidez (NTU)	{Botadero}	{No botadero}	12	8	5,08	6,25	-1,17
Tipo de agua	pH	{Botadero}	{No botadero}	12	8	8,23	8,20	0,03
Tipo de agua	DBO (mg/L)	{Botadero}	{No botadero}	12	8	2,80	2,55	0,25
Tipo de agua	Temperatura (°C)	{Botadero}	{No botadero}	12	8	13,63	13,94	-0,31
Tipo de agua	Coliformes totales (NMP/100 mL)	{Botadero}	{No botadero}	12	8	88 833,33	15 472,50	73 360,83
Tipo de agua	Coliformes fecales (NMP/100 mL)	{Botadero}	{No botadero}	12	8	55 858,33	8 506,25	47 352,08

**Continuación cuadro anterior**

<b>Clasific</b>	<b>Variable</b>	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>LI(95)</b>	<b>LS(95)</b>	<b>pHom Var</b>	<b>T</b>	<b>p-valor</b>
Tipo de agua	Turbidez (NTU)	{ Botadero }	{ No botadero }	- 7,85	5,52	0,0050	-0,40	0,6979
Tipo de agua	pH	{ Botadero }	{ No botadero }	- 0,21	0,26	0,2602	0,23	0,8202
Tipo de agua	DBO (mg/L)	{ Botadero }	{ No botadero }	- 0,61	1,12	0,6902	0,61	0,5466
Tipo de agua	Temperatura (°C)	{ Botadero }	{ No botadero }	- 1,82	1,19	0,5088	-0,44	0,6677
Tipo de agua	Coliformes totales (NMP/100 mL)	{ Botadero }	{ No botadero }	20373 ,03	12634 8,63	0,0003	3,02	0,0107
Tipo de agua	Coliformes fecales (NMP/100 mL)	{ Botadero }	{ No botadero }	11284 ,76	83419, 40	0,0029	2,82	0,0137

### Prueba de Fisher para E.coli

Escherichia coli	Botadero	No botadero	Total	P-valor
Positivo	10	8	18	0,38
Negativo	1	0	1	
	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>19</b>	
Valores esperados	10,42	7,58		
	0,58	0,42		

### Prueba de Fisher para Enfermedades Diarreicas Agudas

Comunidad Casos	El Cedro	Saparcón Bajo - Las Monjas	Total	P-valor
Casos positivos	2	5	7	0,143
Casos negativos	7	4	11	
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>18</b>	

### Cálculo de Odd Ratio o Tasa de Riesgo

Columna1	N° positivos a EDAs	N° negativos	Total
Saparcón Bajo - Las Monjas	5 (a)	4 (b)	9
El Cedro	3 (c)	6 (d)	9
	8	10	18

### Fórmula de cálculo de Odd ratio

$$O = \frac{a * d}{(b * c)}$$

$$O = \frac{5 * 6}{(4 * 3)} = 2,5$$

## ANEXO 06

### FIGURAS DE LA ZONA EN EVALUACIÓN



**Figuras 1 y 2: Botadero de residuos sólidos de la ciudad de San Marcos, ubicado en la unión de los ríos Huayobamba y Cascasen.**



**Figura 3: Presencia de “cerdos patrulleros” en el botadero de residuos sólidos de la ciudad de San Marcos - Cajamarca**



**Figura 4: Estación de muestreo HC1, registrando la temperatura del agua**



**Figuras 5 y 6: Recolección de muestras de agua de la estación de muestreo HC2**





**Figura 7 y 8: Recolección de muestra de agua, de la estación de muestreo HC3**



**Figura 9: Recolección de muestras de agua, de la estación de muestreo C1**



**Figura 10: Recolección de muestras de agua de la estación de muestreo H1**