

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**

**FACULTAD DE ECOLOGIA**

**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN BIOLÓGICA  
POR COLIFORMES FECALES EN ACUÍFEROS NO CONFINADOS**

**(POZOS) DE USO PARA CONSUMO HUMANO,**

**CIUDAD DE MOYOBAMBA - 2013**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR:**

**BACH. WILLIAM TORRES PALOMINO**

**ASESOR:**

**Blga. Msc. ASTRIHT RUÍZ RÍOS**

**N° de Registro 06054513**

**Moyobamba, Setiembre del 2014**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**

**FACULTAD DE ECOLOGIA**

**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN BIOLÓGICA POR COLIFORMES FECALES EN ACUÍFEROS NO CONFINADOS (POZOS) DE USO PARA CONSUMO HUMANO, CIUDAD DE MOYOBAMBA- 2013.**

**TESIS:**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

**Autor:**

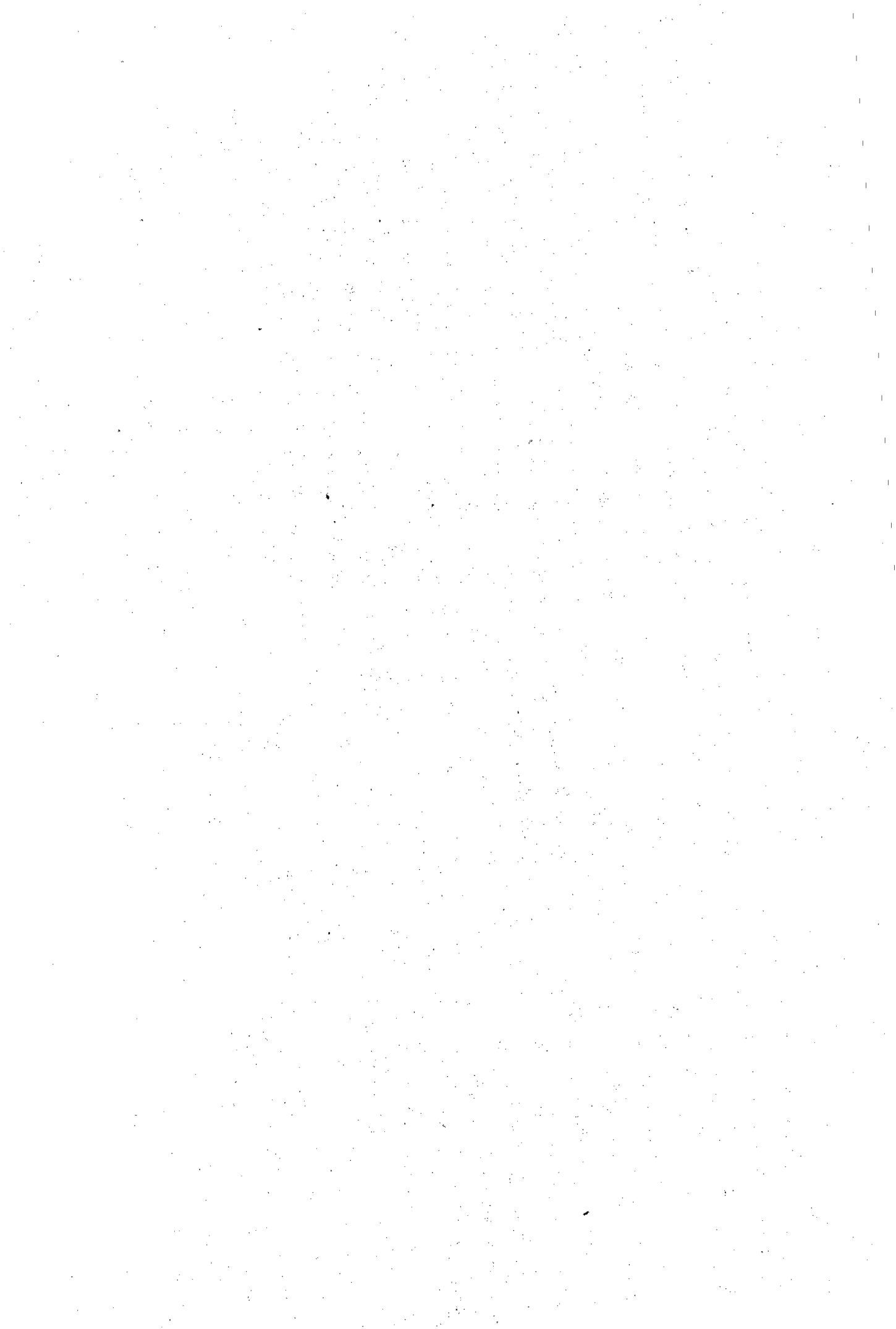
Bach. WILLIAM TORRES PALOMINO

**Asesor:**

Blga. MSc. ASTRIHT RUIZ RÍOS.

**N° de Registro: 06054513**

Moyobamba, Setiembre del 2014.





**ACTA DE SUSTENTACION PARA OBTENER EL TITULO**  
**PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

En la sala de conferencia de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín-T sede Moyobamba y siendo las **Siete y Treinta de la noche** del día **Miércoles 29 de Octubre del Dos Mil Catorce**, se reunió el Jurado de Tesis integrado por:

**Blgo. Pesq. ESTELA BANCES ZAPATA**  
**Ing. MARCOS AQUILES AYALA DÍAZ**  
**Blgo. ALFREDO IBAN DÍAZ VISITACIÓN**

**PRESIDENTE**  
**SECRETARIO**  
**MIEMBRO**

**Blgo. M.Sc. ASTRIHT RUIZ RIOS**

**ASESOR**

Para evaluar la Sustentación de la Tesis Titulado **“DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN BIOLÓGICA POR COLIFORMES FECALES EN ACUIFEROS NO CONFINADOS (Pozos) DE USO PARA CONSUMO HUMANO, CIUDAD DE MOYOBAMBA - 2013 ”**; presentado por el Bachiller en Ingeniería Ambiental **WILLIAM TORRES PALOMINO**, según Resolución Consejo de Facultad N° 0182-2013- UNSM-T-FE-CF de fecha **12 de diciembre del 2013**.

Los Los señores miembros del Jurado, después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica; luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran: **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **REGULAR** y nota **DOCE (12)**.

En fe de la cual se firma la presente acta, siendo las **21:30pm** horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el presente acto de sustentación.

**Blgo. Pesq. Estela Bances Zapata**  
Presidente

**Ing. Marcos Aquiles Ayala Díaz**  
Secretario

**Blgo. Alfredo Iban Diaz Visitación**  
Miembro

**Blgo. M.Sc. Astriht Ruiz Rios**  
Asesor

## DEDICATORIA

A Dios por haberme dado la vida y enseñarme que para conseguir un sueño tienes que luchar y que sin sacrificio no se saborea el elixir de la gloria.

A mis padres por su esfuerzo y apoyo de educarme en un centro estudios superior y a sus sabias enseñanzas y consejos que me han ayudado a lo largo de mi vida a cumplir con mis metas.

A mi hermana por el apoyo incondicional y ejemplo de vida.

## AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, Facultad de Ecología, Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental que me ayudaron en mi formación profesional.
- A los Catedráticos de la Facultad de Ecología - Universidad Nacional de San Martín por los conocimientos adquiridos.
- A mis familiares que me apoyaron incondicionalmente en esta importante etapa de mi formación profesional.
- A todos mis amigos y personas que de una u otra manera me apoyaron en la elaboración y asesoramiento en el presente trabajo.

## INDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE.....	iv
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. CAPITULO I: El Problema de investigación.....	01
1.1. Planteamiento del problema.....	01
1.2. Objetivos .....	02
1.2.1. Objetivo general.....	02
1.2.2. Objetivos específicos .....	02
1.3. Fundamentación teórica.....	03
1.3.1. Antecedentes de la investigación.....	03
a) Contaminación de aguas subterráneas con nitratos y coliformes en el litoral suboeste del Uruguay.....	03
b) Determinación del índice de vulnerabilidad de contaminación de aguas subterráneas Perú.....	04
c) Contaminación de las aguas en la amazonía peruana: Tarapoto	05
1.3.2. Bases teóricas.....	07
1.3.2.1. Concepto de acuífero .....	07
1.3.2.2. Zonas de un acuífero .....	07
1.3.2.3. Tipos de acuíferos .....	08
1.3.2.4. Transiciones y límites de los acuíferos .....	10
1.3.2.5. Marco geográfico de la ciudad de Moyobamba .....	12



1.3.2.6. Indicadores de contaminación del agua .....	13
1.3.2.7. Análisis microbiológico del agua .....	20
1.3.3. Definición de términos.....	22
1.4. Variables.....	25
1.4.1. Variable dependiente .....	25
1.4.2. Variable independiente.....	25
1.5. Hipótesis.....	25
II. CAPITULO II: Marco Metodológico.....	26
2.1. Tipo de investigación .....	26
2.2. Diseño de investigación.....	26
2.3. Población y muestra.....	26
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
III. CAPITULO III: Resultados.....	30
3.1.1. Identificación y caracterización de los acuíferos no confinados de la ciudad de Moyobamba.....	30
3.1.2. Resultados de monitoreo de agua de los acuíferos no confinados.....	33
3.1.3. Análisis y evaluación de resultados promedios con respecto a los Estándares de Calidad Ambiental – ECAS – D.S. N° 002 – 2008 MINAM.....	41
IV. Discusiones.....	44
V. Conclusiones.....	46
VI. Recomendaciones.....	47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
ANEXOS.....	49

## INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 01: Acuíferos no Confinados de uso para Consumo Humano identificado	30
Cuadro N° 02: Acuíferos no confinados de uso para consumo humano evaluados	30
Cuadro N° 03: N° de beneficiarios de los acuíferos no confinados evaluados	31
Cuadro N° 04: Coliformes totales acuífero El Achi.	33
Cuadro N° 05: Coliformes totales acuífero Azungue.	34
Cuadro N° 06: Coliformes totales acuífero Shango.	34
Cuadro N° 07: Coliformes totales acuífero Tipinillo.	35
Cuadro N° 08: Coliformes fecales acuífero El Achi.	36
Cuadro N° 09: Coliformes fecales acuífero Azungue.	37
Cuadro N° 10: Coliformes fecales acuífero Shango.	38
Cuadro N° 11: Coliformes fecales acuífero Tipinillo.	39
Cuadro N° 12: Resultados promedios de coliformes totales.	41
Cuadro N° 13: Resultados promedios de coliformes fecales.	42

## INDICE DE GRAFICOS

Gráfico N°01: N° de Beneficiarios por acuífero evaluado.	32
Gráfico N°02: Coliformes totales acuífero El Achi.	33
Gráfico N°03: Coliformes totales acuífero Azungue.	34
Gráfico N°04: Coliformes totales acuífero Shango.	35
Gráfico N°05: Coliformes totales acuífero Tipinillo.	36
Gráfico N°06: Coliformes fecales acuífero El Achi.	37
Gráfico N°07: Coliformes fecales acuífero Azungue.	38
Gráfico N°08: Coliformes fecales acuífero Shango.	39
Gráfico N°09: Coliformes fecales acuífero Tipinillo.	40
Gráfico N°10: Resultados promedios coliformes totales.	41
Gráfico N°11: Resultados promedios coliformes fecales.	42
Gráfico N°12: Resultado equivalente coliformes totales.	43
Gráfico N°13: Resultado equivalente coliformes fecales.	43

## INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Ficha de identificación de puntos de muestreo	50
ANEXO 2: Resultados de análisis de laboratorio	51
ANEXO 3: Galería fotográfica del trabajo realizado	55
ANEXO 4: Mapa de ubicación de acuíferos no confinados monitoreados	61

## RESUMEN

Desde décadas atrás los acuíferos no confinados en la ciudad de Moyobamba son utilizados para el abastecimiento de agua de los pobladores ubicados en la periferia de la ciudad de Moyobamba, los cuales hacen uso del recurso para sus actividades diarias en su aseo personal, lavandería y consumo humano directo sin realizar ningún tratamiento previo para tratar agentes infecciosos como los coliformes.

Mediante el presente trabajo de investigación se logró determinar el grado de contaminación por Coliformes Totales y Fecales de estos acuíferos no confinados; para ello se monitorearon 04 acuíferos de 5 existentes operativos, por tiempo de 4 meses consecutivos con muestreos de cada treinta (30) días. Para la ubicación de las estaciones a monitorear se tuvo en cuenta la población beneficiaria, frecuencia de uso, para consumo humano directo, presencia de viviendas en los alrededores, ausencia de servicio de agua potable y alcantarillado público.

Como resultados de promedios equivalentes del Monitoreo de Coliformes Totales de los acuíferos evaluados es de 1744.8875 NTC/100 ml sobrepasando los Estándares de Calidad del Agua en Coliformes Totales para Consumo Humano con Desinfección de 50 NMP/ml establecido con Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM; en lo que respecta a Coliformes Fecales en 46.3125 NTC/100ml sobrepasando los Estándares de Calidad del Agua en Coliformes Totales para Consumo Humano con Desinfección de 00 NMP/ml.

El acuífero con más concentración de promedio equivalente es el ubicado en el Sector Tipinillo con 5165 NTC/100ml de Coliformes Totales y 140 NTC/100 ml de Coliformes Fecales; estos resultados nos indican que los acuíferos no se encuentran aptos para el consumo humano de manera directa, lo cual podría desencadenar en la generación de enfermedades gastro-intestinales, cutáneas etc. Su alta concentración en ambos parámetros evaluados, es debido principalmente que las partes altas y los alrededores vienen siendo poblados los cuales para el tratamiento de excretas construyen baños secos sin ningún tratamiento sanitario que garantice su impermeabilidad para evitar la contaminación subterránea de los acuíferos, y son lugares además donde no es posible la construcción de sistemas de alcantarillado público para el tratamiento de aguas servidas y excreta por la fragilidad de los suelos.



## CENTRO DE IDIOMAS

### ABSTRACT

From decades ago the unconfined aquifers in Moyobamba city are used to supply water for the inhabitants located on the periphery of the Moyobamba city which make use of the resource for their daily activities in personal hygiene, laundry, and direct human consumption without making any pre-treatment to treat infectious agents such as coliforms.

Through this research work was able to determine the degree of contamination by total and fecal Coliforms of these unconfined aquifers; this monitored 04 aquifers of 5 existing operational, by time of 4 consecutive months with samples of each thirty (30) days. For the location of the stations to monitor took into account the target population, use frequency, for direct human consumption, houses presence in the surrounding area, lack of service of potable water and public sewer system.

As a result of averages equivalent of the Monitoring of Total Coliforms of aquifers is evaluated of 1744.8875 NTC/100 ml exceeding the standards of water quality in Total Coliforms for human consumption with disinfection of 50 NMP/ml established by Supreme Decree N° 002-2008-MINAM; as regards to fecal coliforms in 46.3125 NTC/ 100ml exceeding Water Quality Standards in Total Coliforms for human consumption with disinfection of 00 MPN/ml.

The aquifer with the highest concentration of average equivalent is located in the Tipinillo sector with 5165 NTC/ 100ml of Total Coliforms and 140 NTC/100 ml of fecal coliforms; these results indicate that the aquifers are not fit for human consumption in a straightforward manner, which could trigger in the generation of diseases spending-intestinal, skin etc. Its high concentration in both parameters evaluated, is mainly due to the high parts and the surrounding area are being populated which for the treatment of excreta built bathrooms dry without any medical treatment that ensures its imperviousness to prevent contamination of underground aquifers, and in addition are places where it is not possible, the construction of a public sewage system for the treatment of wastewater and excreted by the fragility of the soil.

Key words: unconfined aquifers, Total Coliforms



## **CAPITULO I: El Problema de Investigación.**

### **1.1. Planteamiento del Problema.**

La contaminación de las aguas causada por organismos biológicos es un fenómeno cada vez más frecuente, que se manifiesta especialmente, en un aumento de la concentración de Coliformes fecales y totales en las aguas superficiales y subterráneas con la consiguiente pérdida de la calidad de las mismas, llegando incluso a generar procesos de eutrofización en embalses, lagos, estuarios, etc.

Por ello, en el control de la contaminación por organismos biológicos, se hace necesaria una modificación de todas las actividades que generan este tipo de contaminación. Una aplicación eficiente de los diseños de saneamiento proporcionará menor contaminación en las aguas superficiales y principalmente a las aguas subterráneas. Las aguas subterráneas son las que se ven más afectadas por este tipo de contaminación ya que a ellas se incorporan los coliformes por infiltración y/o lixiviación cuando no son absorbidos por el terreno y además en ellas el problema se agudiza por la mayor dificultad que demanda cualquier proceso de corrección.

En el Distrito de Moyobamba dado la gran explosión demográfica, influenciado por el cambio climático; además la Empresa Prestadora de Servicios de Agua Potable, debido al poco suministro y a la no ampliación de redes por falta de presupuesto se ve imposibilitada de abastecer a sectores urbano marginales, los cuales se ven en la necesidad de recurrir a fuentes subterráneas no confinados (pozos), que por muchos años han sido usados por los pobladores para satisfacer sus necesidades básicas. Por lo tanto se presume que estas fuentes de agua tienen cierto grado de contaminación difusa por coliformes, en ese sentido se requiere conocer:

**¿Cuál es el grado de contaminación biológica generado por coliformes fecales de los acuíferos no confinados que abastecen con agua para consumo humano a la ciudad de Moyobamba?.**

## **1.2. Objetivos.**

### **1.2.1. Objetivo General.**

Determinar el nivel de contaminación biológica por coliformes fecales en acuíferos no confinados (pozos) de uso para consumo humano, ciudad de Moyobamba.

### **1.2.2. Objetivos Específicos.**

- Identificar y caracterizar los acuíferos no confinados (pozos) de la ciudad de Moyobamba.
- Monitorear la calidad biológica del agua de los acuíferos no confinados identificados.
- Analizar y evaluar los resultados de acuerdo con los Estándares de Calidad Ambiental.



### **1.3. Fundamentación Teórica.**

#### **1.3.1. Antecedentes de la Investigación.**

##### **a) Contaminación de Aguas Subterráneas con Nitratos y Coliformes en el Litoral Suboeste del Uruguay.**

**Casanova, O. (2001)**, manifiesta que los resultados del conteo microbiológico de coliformes, expresado en colonias de coliformes /100 ml (CC), se presentan divididos en cuatro categorías. En la primera están se incluyó a los pozos en las que se detectó presencia de coliformes; en la categorías dos a los que tuvieron un conteo hasta 50 CC; en la categoría tres los pozos con conteos entre 51 y 200 CC y en la categoría cuatro aquellos conteos entre 201 a 1200 CC.

Desde el punto de vista de su extensión, la importancia de estos resultados radica en que los mayores niveles de contaminación por coliformes fueron encontrados en los pozos más utilizados para el consumo humano. La fuente de esta contaminación parece ser localizada, asociado a la presencia de cámaras sépticas, lugares de acumulación de residuos o de concentración animal y no de la actividad agrícola. Por lo tanto cuando sea necesaria la construcción de pozos nuevos para consumo humano sería conveniente ubicarlos lejos de estos focos de contaminación, así como impedir la concentración de animales en las cercanías.

Finalmente es preciso resaltar que la contaminación de un pozo no refleja necesariamente la contaminación de un acuífero, ya que los pozos pueden contaminarse fácilmente por aporte local si tienen algún defecto de construcción

## **b) Determinación del Índice de Vulnerabilidad de Contaminación de Aguas Subterráneas Perú.**

**Foster Stephen. (1991)**, ha dada gran énfasis a que hacer un intento para definir una vulnerabilidad general a un contaminante universal en un típico escenario de contaminación nos podría llevar a conclusiones erróneas.

En realidad la interacción entre los componentes de la vulnerabilidad a la contaminación y los de la carga contaminante al subsuelo es muy compleja. Esta interacción determina el riesgo de qué contaminante alcanzan el acuífero y está representada con la máxima precisión posible.

En efecto ciertos tipos de carga, como aquellos que contienen contaminantes altamente móviles y persistentes o aquellos dispuestos bajo la napa freática, ocasionan un alto riesgo de contaminación del acuífero.

En todas las otras circunstancias, la interacción entre los componentes de la carga contaminante y la vulnerabilidad del acuífero, determinan el riesgo de la contaminación.

Por eso se considera que un sistema generalizado de clasificación de acuíferos y un solo índice de vulnerabilidad, puede ser de uso práctico para la determinación del riesgo de contaminación de las aguas subterráneas a un nivel reconocido. Se puede mantener su validez técnica si se aclara que este no pretende ser para contaminantes móviles persistentes que no experimentan una retención o transformación durante su transporte al subsuelo.

**c) Contaminación de las Aguas en la Amazonía Peruana: Tarapoto. Perú.**

**Gómez García J. (1995)**, manifiesta que en los cuerpos de agua muestreados en la ciudad de Tarapoto se ha encontrado contaminación por nitratos y coliformes totales y fecales. La mayor concentración de nitratos se encontró en el río Shilcayo (35 ppm), aguas abajo del Tecnológico; seguida en el río Cumbaza, en San Pedro de Cumbaza (10 ppm) y en el río Mayo, en puente Colombia (10 ppm), Contaminación por coliformes totales se encontró en todos los ríos muestreados.

Los niveles más altos se presentaron en la quebrada Ahuashiyacu, en la boca toma de la granja S. Borja (22000 UFC/ml) y, en el río Shilcayo, aguas abajo del Tecnológico (9000 UFC/ml).

Contaminación por coliformes fecales se han presentado, solamente, en los Shilcayo, Cumbaza y Mayo. Los niveles más altos se encontraron en el río Shilcayo, aguas abajo del Tecnológico (36 UFC/ml) y en el río Mayo, en puente Colombia (30UFC/ml).

El río Shilcayo, aguas abajo del Tecnológico, se encuentra contaminado por nitratos, por encima del límite permisible para aguas de consumo humano, tanto según la Ley General de Aguas, como según la OMS.

La presencia de nitratos es debida a la descomposición de la materia orgánica procedente de las aguas servidas que son vertidas en este río.

Este río también está contaminado por coliformes totales y fecales aguas abajo del Tecnológico y, por coliformes totales en la bocatoma del agua para la ciudad, por lo que se recomienda no consumir estas aguas directamente.

La quebrada Ahuashiyacu, en los puntos muestreados, se encuentra contaminada por coliformes totales, con valores bastante altos, por lo que el agua no es apta para consumo humano.

El río Cumbaza se encuentra contaminado por nitratos en los tres puntos muestreados, debido a las aguas servidas que son vertidas en dicho río y a los residuos de fertilizantes agrícolas que pueden llegar a sus aguas, del lavado de los suelos. Bacteriológicamente, se encuentra contaminado por coliformes totales en los tres puntos muestreados y, por coliformes fecales en San Pedro de Cumbaza y en la boca torna de irrigación. Por tanto, estas aguas no son aptas para el consumo humano.

El río Mayo se encuentra contaminado por nitratos en tres puntos muestreados, debido a las aguas servidas que vertidas en dicho río y a restos de fertilizantes agrícolas pueden llegar al río del lavado de los suelos. Bacteriológicamente, se encuentra contaminada por coliformes totales en los tres puntos de muestreo y por coliformes fecales en las zonas de Shanao y de puente Colombia. Por tanto, estas aguas no son aptas para el consumo humano.

Las aguas muestreadas en el río Huallaga presentan una alta turbidez, por el elevado contenido de partículas en suspensión. Asimismo, presentan contaminación por nitratos en las dos estaciones muestreadas y contaminación por cromo en la zona de Buenos Aires. La contaminación por nitratos puede ser debida a la descomposición de la materia orgánica o a los residuos fertilizantes agrícolas que llegan al agua por el lavado de suelos. Desde el punto de vista bacteriológico, el agua se encuentra contaminada por bacterias coliformes totales, con valores bastante altos en la zona de Shapaja, no encontrándose contaminación por coliformes fecales. Las aguas analizadas no son aptas para el consumo humano, debido al elevado contenido de coliformes totales y al elevado contenido de partículas en suspensión.

## **1.3.2. Bases Teóricas.**

### **1.3.2.1. Concepto de Acuífero.**

**La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2001)**, define un acuífero como aquella formación geológica capaz de almacenar y transmitir agua susceptible de ser explotada en cantidades económicamente apreciables para atender diversas necesidades.

En función de las características de las rocas, se puede hacer la siguiente clasificación:

- Acuífugo: No posee capacidad de circulación ni de retención de agua.
- Acuícludo: Contiene agua en su interior, incluso hasta la saturación, pero no la transmite.
- Acuícardo: Contiene agua y la transmite muy lentamente.
- Acuífero: Almacena agua en los poros y circula con facilidad por ellos.

### **1.3.2.2. Zonas de un Acuífero.**

Si admitimos que los acuíferos reciben agua de la precipitación (aunque puede recibirla por otras vías), se pueden definir tres zonas: zona de alimentación o recarga, zona de circulación y zona de descarga.

La zona de alimentación es aquella donde el agua de precipitación se infiltra. La zona de descarga es la zona donde el agua sale del acuífero, como puede ser un manantial o la descarga al mar o a un río. La zona de circulación es la parte comprendida entre la zona de alimentación y la zona de descarga.

### **1.3.2.3. Tipos de Acuíferos.**

Según las características litológicas: detríticos, carbonatados. Según el tipo de huecos: poroso, kárstico, fisurado. Según la presión hidrostática: libres, confinados y semiconfinado.

#### **- Acuíferos Libres.**

También llamados no confinados o freáticos. En ellos existe una superficie libre y real del agua encerrada, que está en contacto con el aire y a la presión atmosférica. Entre la superficie del terreno y el nivel freático se encuentra la zona no saturada.

El nivel freático define el límite de saturación del acuífero libre y coincide con la superficie piezométrica. Su posición no es fija sino que varía en función de las épocas secas o lluviosas. Si perforamos total o parcialmente la formación acuífera, la superficie obtenida por los niveles de agua de cada pozo forman una superficie real: superficie freática o piezométrica, que coinciden.

#### **- Acuíferos Confinados.**

También llamados cautivos, a presión o en carga. El agua está sometida a una presión superior a la atmosférica y ocupa totalmente los poros o huecos de la formación geológica, saturándola totalmente. No existe zona no saturada. Si perforamos, el nivel de agua asciende hasta situarse en una determinada posición que coincide con el nivel de saturación del acuífero en el área de recarga. Si la topografía es tal que la boca del pozo está por debajo del nivel del agua, el pozo es surgente o artesiano; si no es así el nivel del agua ascenderá hasta el nivel correspondiente, pero no será surgente. La superficie piezométrica es una superficie ideal resultante de unir todos los niveles en diferentes perforaciones que capten el acuífero.

#### **- Acuíferos Semiconfinados.**

El muro y/o techo no son totalmente impermeables sino que son acuitados y permiten la filtración vertical del agua y, por tanto, puede recibir recarga o perder agua a través del techo o de la base. Este flujo vertical sólo es posible si existe una diferencia de potencial entre ambos niveles.

Un mismo acuífero puede ser libre, confinado y semiconfinado según sectores.

#### **- Acuíferos colgados.**

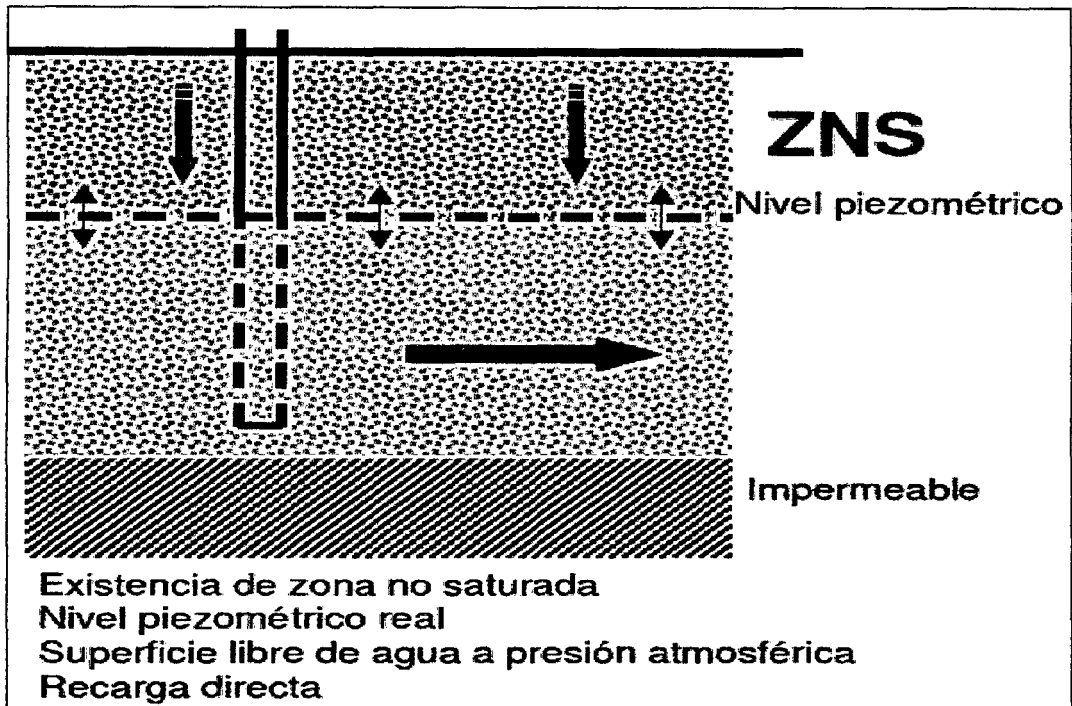
Se producen ocasionalmente cuando, por efecto de una fuerte recarga, asciende el nivel freático quedando retenida una porción de agua por un nivel inferior impermeable.

#### **- Acuíferos multicapa.**

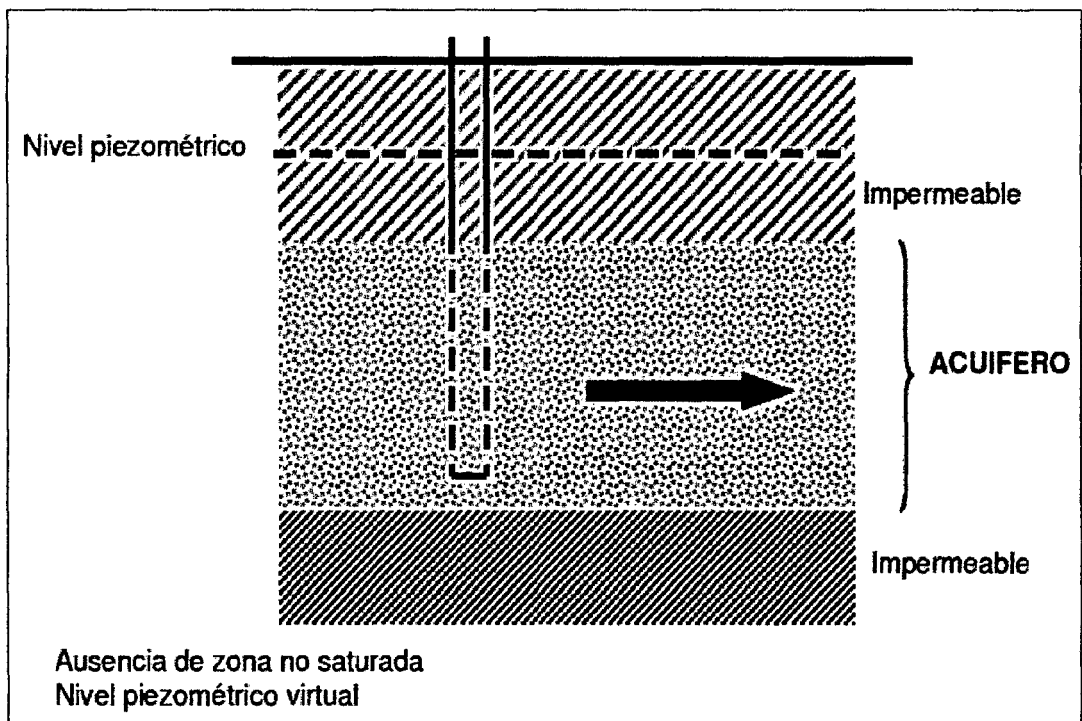
Son un caso particular (y frecuente) de acuíferos en los que se suceden niveles de distinta permeabilidad.

### 1.3.2.4. Transiciones y límites de los acuíferos.

#### ▪ Acuíferos Libres.

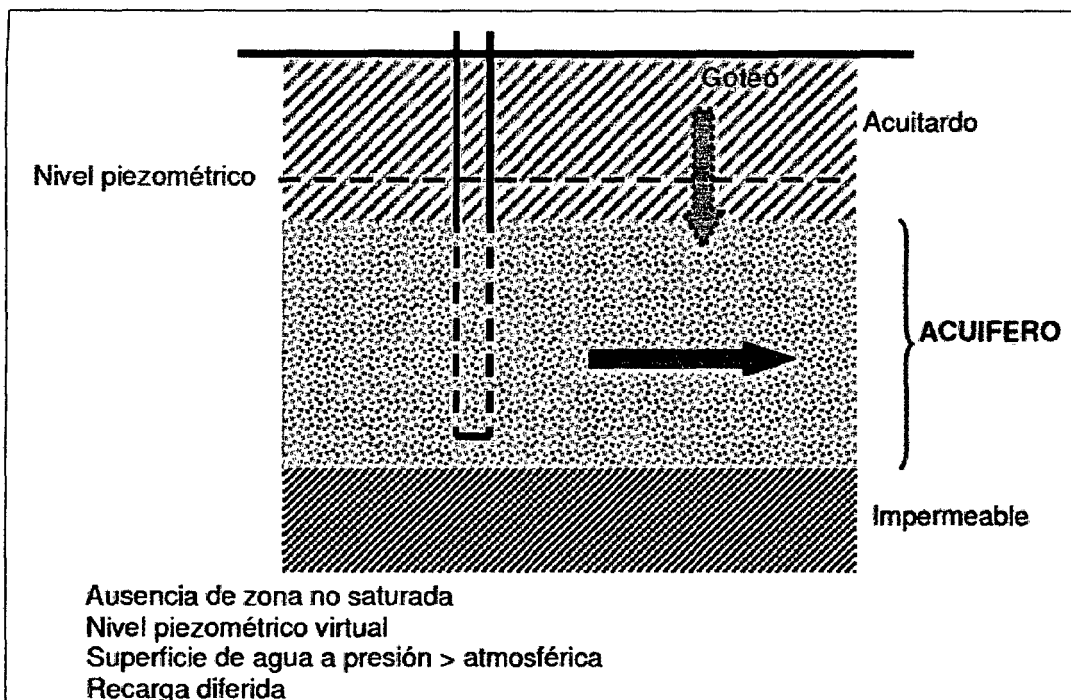


#### ▪ Acuíferos confinados.

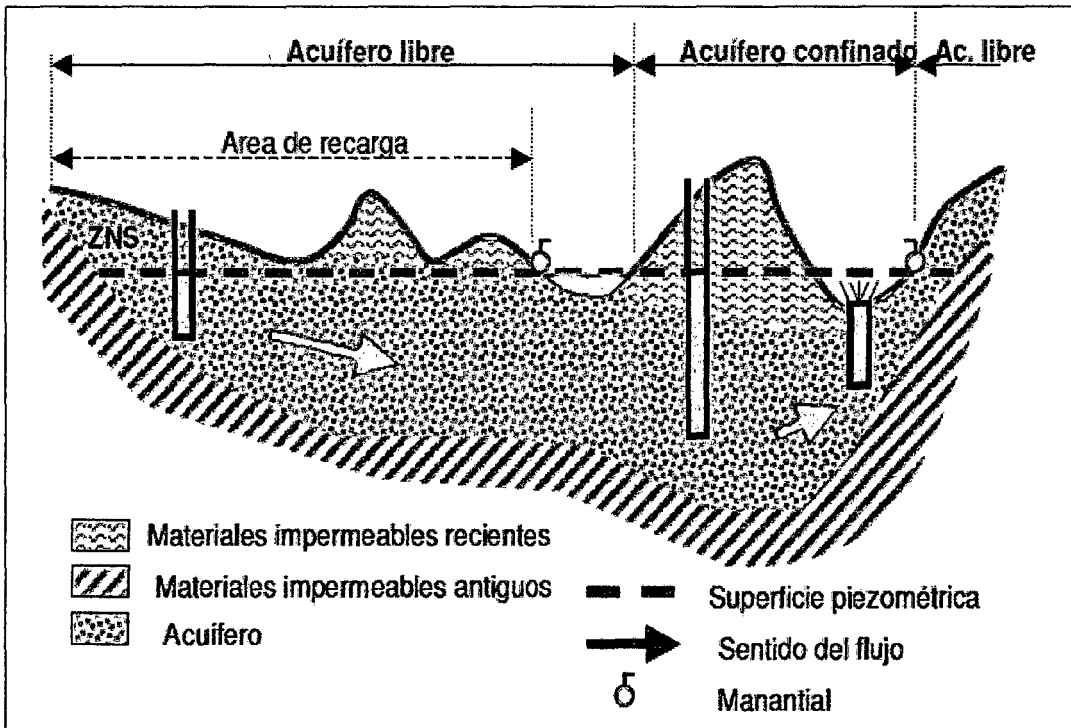




▪ **Acuíferos semiconfinados.**



▪ **Relación entre Acuíferos.**



### **1.3.2.5. Marco Geográfico de la Ciudad de Moyobamba.**

#### **1.3.2.5.1. Ubicación.**

**El Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2000),** indica que la provincia de Moyobamba está situada en la parte Norte del Departamento de San Martín, en la región selvática del Perú entre los meridianos 76° 43' y 77°38' de longitud Oeste del Meridiano de Greenwich y entre los paralelos 5°09' y 6 °01' de latitud Sur, considerando los puntos extremos de sus límites.

La ciudad de Moyobamba se encuentra sobre terrenos arenosos, las cuales son erosionadas por los riachuelos que forman las aguas de las lluvias creando barrancos, las mismas que rodean a nuestra ciudad.

La provincia de Moyobamba está ubicada en ceja de selva (selva alta), con un suelo un tanto accidental por estar en las últimas ramificaciones de la cordillera Oriental, la misma que muestra la presencia de exuberante y tupida vegetación haciendo de esta zona un lugar de incalculable potencial para el desarrollo agrario.

Los principales cerros que rodean la provincia son los siguientes: el Cerro de Atajo al Norte, el Cerro de San Mateo al Nor Este, el Cerro de Oromina , al Sur, el Cerro de Santa Cecilia al Este, el Cerro de Angaiza al Norte .

La ciudad de las orquídeas está ubicada en la faja sísmica del Nor Oriente Peruano, los sismos en esta área son superficiales (entre 25 y 6 0 Kmt.), intermedios hasta 300 Kmt., y esporádicos los profundos de 50 0 a 70 0 Kmt.

#### **1.3.2.5.2. Altitud.**

Moyobamba tiene una altitud de 86 0 m.s.n.m. y se encuentra ubicada a 96 metros sobre el nivel de Río Mayo, en una extensa planicie teniendo como celosos guardianes a imponentes colinas que alcanzan hasta los 1,300 m.s.n.m. y que pueden apreciarse desde cualquier lugar de la ciudad.

#### **1.3.2.5.3. Límites.**

La provincia limita por el Norte y el Este con la provincia de Alto Amazonas en el Departamento de Loreto; por el Sur con la provincia de Lamas, Sudoeste con la provincia de Rodríguez de Mendoza en el Departamento de Amazonas, por el Oeste con la provincia de Rioja y por el Noroeste con la provincia de Bongará del Departamento de Amazonas Moyobamba o frece al visitante un clima primaveral, benigno, templado y sub tropical húmedo durante todo el año , con una temperatura que oscila entre los 18°C y 28°C, siendo el promedio anual de 24°C . Se recomienda visitarla entre Mayo y Diciembre.

La provincia de Moyobamba consta de 06 distritos: Moyobamba, Calzada, Habana, Jepelacio, Soritor y Yantaló.

#### **1.3.2.6. Indicadores de Contaminación Fecal en Aguas.**

**La Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua. (2005)**, establece que el crecimiento de la población a nivel mundial y el aumento del uso del agua para diferentes actividades, ha incrementado los niveles de contaminación. Esta contaminación está relacionada con los vertidos de origen doméstico e industrial a los cuerpos de agua. En el caso de los residuos de origen doméstico, la carga contaminante está representada por altos porcentajes de materia orgánica y microorganismos de origen fecal. Estos microorganismos

son causantes de enfermedades de origen hídrico, que generan altos porcentajes de morbi-mortalidad en la población. El control de la calidad microbiológica del agua de consumo y de vertido, requiere una serie de análisis dirigidos a determinar la presencia de microorganismos patógenos.

El diagnóstico de estos microorganismos, requiere laboratorios especializados y representa varios días de análisis y costos elevados. Como alternativa a estos inconvenientes, se ha propuesto el uso de indicadores microbianos que se puedan identificar mediante el uso de métodos sencillos, rápidos y económicos. Este trabajo hace una revisión de los principales indicadores de contaminación fecal y su significado en la evaluación de la calidad del agua.

El control de los parámetros físico-químicos y microbiológicos es muy importante tanto en los sistemas de potabilización como de depuración del agua. Sin embargo, en los lugares donde el agua es consumida por el hombre o es reutilizada, el factor de riesgo más importante está asociado con la exposición a agentes biológicos que incluyen bacterias patógenas, helmintos, protozoos y virus entéricos.

Desde el punto de vista de la salud pública, los virus entéricos son el grupo de organismos patógenos más críticos, debido a que la dosis mínima infecciosa es muy baja, son muy resistentes a los sistemas de desinfección y el control a nivel de laboratorio es costoso.

Es importante anotar que además de los patógenos que tradicionalmente se encuentran en el agua y que son causantes de las enfermedades de origen hídrico, cada vez es más frecuente que estas enfermedades estén relacionadas con la presencia de microorganismos emergentes y reemergentes.

Las enfermedades emergentes son aquellas cuya incidencia en los seres humanos ha aumentado en las dos últimas décadas (dengue,

cólera, resistencia microbiana). Las enfermedades reemergentes son las que reaparecen después de una disminución significativa en su incidencia (malaria, tuberculosis, peste).

El aumento de este tipo de microorganismos está relacionado con cambios dramáticos en el ambiente y en la población incrementados por los procesos de urbanización, la expansión de la pobreza, la ocupación de regiones no habitadas anteriormente, las migraciones no controladas con gran número de refugiados y desplazados, la facilidad y rapidez en los desplazamientos y el movimiento creciente de animales y de productos de origen animal. A esto se suma que la resistencia a los agentes antimicrobianos continúa reduciendo la eficacia de los medicamentos incrementando los niveles de mortalidad y de costos sanitarios.

Este grupo de microorganismos no está limitado a ninguna región en el mundo ni se circunscribe a países en desarrollo o desarrollados; representa una amenaza general, que exige una respuesta coordinada de todos los servicios de salud de todos los países. Asimismo constituyen una carga financiera que obliga a gastos enormes para el control de brotes epidémicos y la atención médica y de salud pública.

La Universidad Politécnica de Cataluña. (2003), indica que el riesgo de contaminación tanto a nivel humano como ambiental hace necesario el control de la presencia de microorganismos en el agua. Determinar el tipo de microorganismos presentes y su concentración proporciona herramientas indispensables para conocer la calidad del agua y para la toma de decisiones en relación al control de vertidos, tratamiento de aguas y conservación de ecosistemas. Existe un consenso general sobre la dificultad de determinar la presencia de todos los organismos patógenos implicados en los procesos de contaminación ambiental. Dicha determinación implica varios días de análisis, costos elevados y laboratorios especializados. Frente a estas dificultades y a la necesidad de hacer una evaluación rápida y fiable

de la presencia de patógenos en el agua, se ha planteado la necesidad de trabajar con organismos indicadores.

Los microorganismos indicadores son aquellos 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. Una vez se ha evidenciado la presencia de grupos indicadores, 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 hidráulica o sistemas de desinfección es similar a la del indicador.

Un microorganismo indicador de contaminación fecal debe reunir las siguientes características:

- Ser un constituyente normal de la flora intestinal de individuos sanos.
- Estar presente, de forma exclusiva, en las heces de animales homeotermos.
- Estar presente cuando los microorganismos patógenos intestinales lo están.
- Presentarse en número elevado, facilitando su aislamiento e identificación.
- Debe ser incapaz de reproducirse fuera del intestino de los animales homeotermos.
- Su tiempo de supervivencia debe ser igual o un poco superior al de las bacterias patógenas (su resistencia a los factores ambientales debe ser igual o superior al de los patógenos de origen fecal).
- Debe ser fácil de aislar y cuantificar.
- No debe ser patógeno.
- No existe ningún microorganismo que reúna todos los criterios de un indicador ideal y apenas algunos grupos satisfacen algunos de estos

requisitos. A continuación se describen los grupos patógenos y los microorganismos que se han propuesto como sus indicadores.

#### ▪ Bacterias.

**Madigan, M. (2000)**, afirma que las bacterias que se encuentran con mayor frecuencia en el agua son las bacterias entéricas que colonizan el tracto gastrointestinal del hombre y son eliminadas a través de la materia fecal. Cuando estos microorganismos se introducen en el agua, las condiciones ambientales son muy diferentes y por consiguiente su capacidad de reproducirse y de sobrevivir son limitadas. Debido a que su detección y recuento a nivel de laboratorio son lentos y laboriosos, se ha buscado un grupo alternativo de indicadores que sean de más rápida y fácil detección. El grupo más utilizado es el de las bacterias Coliformes.

El grupo de microorganismos Coliformes es adecuado como indicador de contaminación bacteriana ya que los Coliformes:

- Son contaminantes comunes del tracto gastrointestinal tanto del hombre como de los animales de sangre caliente.
- Están presentes en el tracto gastrointestinal en grandes cantidades.
- Permanecen por más tiempo en el agua que las bacterias patógenas.
- Se comportan de igual manera que los patógenos en los sistemas de desinfección.
- Los Coliformes fecales y *E. coli* en particular, se han seleccionado como indicadores de contaminación fecal debido a su relación con el grupo tifoide-paratifoide y a su alta concentración en diferentes tipos de muestras.
- Los Coliformes fecales son un subgrupo de los Coliformes totales, capaz de fermentar la lactosa a 44.5°C.

Aproximadamente el 95% del grupo de los Coliformes presentes en heces fecales, están formados por *Escherichia coli* y ciertas especies de *Klebsiella*. Ya que los Coliformes fecales se encuentran

casi exclusivamente en las heces de animales de sangre caliente, se considera que reflejan mejor la presencia de contaminación fecal. Otro de los aspectos negativos del uso de los Coliformes totales como indicador es el hecho de que algunos Coliformes son capaces de multiplicarse en los Coliformes fecales se denominan termo tolerantes por su capacidad de soportar temperaturas más elevadas. Esta denominación está ganando más adeptos actualmente, pues sería una forma más apropiada de definir este subgrupo que se diferencia de los Coliformes totales por la característica de crecer a una temperatura superior. La capacidad de reproducción de los Coliformes fecales fuera del intestino de los animales homeotérmicos es favorecida por la existencia de condiciones adecuadas de materia orgánica, pH, humedad, etc. Algunos géneros son autóctonos de aguas con residuos vegetales, como hojas en descomposición. También pueden reproducirse en las biopelículas que se forman en las tuberías de distribución de agua potable. Por estas razones y por la existencia de bacterias que responden a la definición de Coliformes que no son de origen fecal y que incluso pueden ser lactosa-negativas (apareciendo como positivas si se aplica la prueba de B-galactosidasa), el grupo de los Coliformes totales tiene actualmente poca utilidad como indicador de contaminación fecal.

Su uso se ha restringido para aguas tratadas y aguas minerales. Para aguas superficiales o para evaluar la eficiencia de una planta de tratamiento de aguas residuales deben usarse los Coliformes fecales. Solamente deberá recurrirse a los Coliformes totales si no hay condiciones para cuantificar los Coliformes fecales. La presencia de Coliformes totales debe interpretarse de acuerdo con el tipo de aguas: deben estar ausentes en 85% de las muestras de aguas potables tratadas. En caso de estar presentes, su número no puede ser superior a 2-3 Coliformes. Esta contaminación a pesar de ser baja, no puede ocurrir en tres muestras recolectas en días consecutivos. En aguas tratadas, los Coliformes totales funcionan



como un alerta de que ocurrió contaminación, sin identificar el origen. Indican que hubo fallas en el tratamiento, en la distribución o en las propias fuentes domiciliarias. Su presencia acciona los mecanismos de control de calidad y de procesamiento dentro de la planta de tratamiento de agua, e intensifica la vigilancia en la red de distribución.

Los *Streptococcus fecales* (o estreptococos del grupo "D" de Lancefield) son bacterias integrantes de la flora normal de los animales homeotérmicos. Actualmente se considera que los estreptococos fecales pertenecen a dos géneros:

**- Enterococcus y Streptococcus.**

Todos los *Enterococcus* presentan alta tolerancia a condiciones ambientales adversas (altas o bajas temperaturas, deshidratación, salinidad, luz solar, etc.). El género *Streptococcus* reúne apenas dos especies ya existentes en la antigua clasificación: *S. bovis* y *S. equinu*, que son más abundantes en heces animales. De manera similar a los *Coliformes fecales* y a *E. coli*, presentan tasas de supervivencia semejantes a la de los patógenos entéricos.

Los Estreptococos fecales no se multiplican en el medio ambiente, o si esto ocurre es solamente en raras ocasiones. Son más persistentes en ambientes acuáticos y en suelos contaminados que *E. coli*. Son importantes en situaciones donde se sabe que hay contaminación fecal y no se detectan Coliformes, como ocurre cuando las descargas son intermitentes o más antiguas, de modo que mueren los *Coliformes fecales* y *E. coli*, y permanecen los estreptococos.

*Clostridium perfringens* es de origen fecal y no es patógeno en el intestino de animales homeotérmicos. No es exclusivamente fecal se encuentra en suelos y aguas contaminadas. Por ser una bacteria esporulada tolera elevadas temperaturas y desecación, pH

extremos y falta de nutrientes, entre otras condiciones adversas. Esta resistencia elevada la convierte en un indicador apropiado de contaminación fecal antigua, intermitente, también cuando las descargas domésticas se mezclan con las industriales que tienen un pH extremo que mata a las bacterias no esporuladas, o cuando hay altas temperaturas que también eliminan las formas vegetativas de las bacterias. Es de gran utilidad cuando los Coliformes están ausentes, pues indicará contaminación fecal antigua. Por otro lado, esa misma resistencia elevada limita su uso: no puede ser aplicado como indicador de la eficiencia de tratamientos de aguas residuales, pues estará presente en los efluentes después de la eliminación de los patógenos. O sea que su número no reflejará el verdadero grado de contaminación fecal.

Es un buen indicador de la eficiencia del tratamiento de aguas manantiales. Cuando está presente en el agua potabilizada y desinfectada indica fallas en el tratamiento o en la desinfección. Su presencia en aguas cloradas se asocia con deficiencias en la filtración. Debido a su alta resistencia las esporas pueden indicar, de forma indirecta, la presencia de quistes de protozoarios. **(Fuente:** Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua. Agua potable para comunidades rurales, reúso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas. 2000).

#### **1.3.2.7. Análisis Microbiológico del agua.**

Se puede definir el análisis microbiológico como el conjunto de operaciones encaminadas a determinar los microorganismos presentes en una muestra problema de agua. E. Coli, Proteus vulgaris, Coliformes Totales, Coliformes Fecales, etc.

## Estándares Nacionales de Calidad Ambiental

### Categoría 1: Poblacional y Recreacional.

PARÁMETRO	UNIDAD	Aguas Superficiales Destinadas a la Producción de Agua Potable			Aguas Superficiales destinadas para Recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser Potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser Potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser Potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
<b>MICROBIOLÓGICO</b>						
Coliformes Termotolerantes (44.5 °C)	NMP/100 ml	0	2000	20000	200	1000
Coliformes Totales (35 - 37 °C)	NMP/100 ml	50	3000	50000	1000	4000
Enterococos fecales	NMP/100 ml	0	0		200	..
Escherichia coli	NMP/100 ml	0	0		Ausencia	Ausencia
Formas parasitarias	Organismo/Litro	0	0		0	
Giardia duodenalis	Organismo/Litro	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Salmonella	Presencia/100ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia	0	0
Vibrio Cholerae	Presencia/100ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

### 1.3.3. Definición de Términos.

#### ▪ **Biopelícula.**

Una biopelícula o biofilm es un ecosistema microbiano organizado, conformado por uno o varios microorganismos asociados a una superficie viva o inerte, con características funcionales y estructuras complejas. Este tipo de conformación microbiana ocurre cuando las células planctónicas se adhieren a una superficie o sustrato, formando una comunidad, que se caracteriza por la excreción de una matriz extracelular adhesiva protectora.

#### ▪ **Carbonatados.**

Producto combinado con ácido muriático para formar carbonatos.

#### ▪ **Ceja de Selva.**

Es una región natural o geográfica del Perú compuesta por los bosques lluviosos de montaña. Se sitúa en el flanco oriental de los Andes peruanos entre la Selva baja amazónica y la Sierra del Perú.

#### ▪ **Detríticos.**

En biología, los detritos son residuos, generalmente sólidos permanentes, que provienen de la descomposición de fuentes orgánicas (vegetales y animales). Es materia muerta.

#### ▪ **Esporulación.**

La esporulación es un tipo de reproducción tanto mediante esporas como endosporas.

#### ▪ **Freáticos.**

El nivel freático corresponde al nivel superior de una capa freática o de un acuífero en general. A menudo, en este nivel la presión de agua del acuífero es igual a la presión atmosférica.

▪ **Homeotermo.**

La homeotermia o endotermia es el proceso mediante el cual un grupo de seres vivos denominados homeotermos o endotermos mantienen su temperatura corporal dentro de unos límites, independientemente de la temperatura ambiental.

▪ **Lixiviación.**

Es un proceso físico en el que un disolvente líquido pasa a través de un sólido pulverizado para que se produzca la disolución de uno o más de los componentes solubles del sólido.

▪ **Litológicos.**

La litología es la parte de la geología que estudia a las rocas, especialmente de su tamaño de grano, del tamaño de las partículas y de sus características físicas y químicas. Incluye también su composición, su textura, tipo de transporte así como su composición mineralógica, distribución espacial y material cementante.

▪ **OMS.**

OMS es la sigla de la Organización Mundial de la Salud, una entidad de la Organización de las Naciones Unidas se encarga de la gestión de políticas sanitarias a escala global. Se rige por la Asamblea Mundial de la Salud.

▪ **Potabilización.**

La potabilización es un proceso que se lleva a cabo sobre cualquier agua para transformarla en agua potable y de esta manera hacerla absolutamente apta para el consumo humano. La potabilización, mayormente, se realiza sobre aguas originadas en manantiales naturales y en aguas subterráneas. En tanto, el agua potable es aquella agua que puede ser consumida por los seres humanos sin ningún tipo de restricción porque se encuentra absolutamente limpia de por ejemplo, sólidos suspendidos, aglomeración, de coloides, de organismos patógenos, de hierro y manganeso, sedimentación y corrosión, entre otras cuestiones.

Tal situación es posible gracias al proceso que se lleva a cabo en las plantas potabilizadoras destinadas para tal fin. El PH del agua potable debe encontrarse entre los 6,5 y los 8,5

▪ **Salud Pública.**

Es la actividad encaminada a mejorar la salud de la población. Ahora bien, para entender mejor esta definición tenemos que desglosar los términos utilizados en ella, a saber, salud y población.

## **1.4. Variables.**

### **1.4.1. Variable Independiente.**

- Acuíferos no confinados que abastecen con agua para consumo humano.

### **1.4.2. Variable Dependiente.**

- Grado de contaminación biológica generada por coliformes fecales.

## **1.5. Hipótesis.**

**Hi:** Los acuíferos no confinados de consumo humano de la ciudad de Moyobamba sobrepasan el grado de contaminación biológica generado por coliformes fecales.

**H0:** Los acuíferos no confinados de consumo humano de la ciudad de Moyobamba no sobrepasan el grado de contaminación biológica generado por coliformes fecales.

## **CAPITULO II: Marco Metodológico.**

### **2.1. Tipo de Investigación.**

#### **De acuerdo a la Orientación.**

- Básica.

#### **De acuerdo a la técnica de contrastación.**

- Descriptiva.

### **2.2. Diseño de Investigación.**

- Para la determinación de grado de concentración de coliformes fecales se aplicó el Método de Membrana Filtrante, el cual se pondrá a incubar por un espacio de 48 horas, para luego identificar las colonias termo resistente.
- Para la toma de la muestra se aplicó el Muestreo Simple o Puntual, aplicado a puntos de muestreo concreto, en un momento determinado y en condiciones determinadas.

### **2.3. Población y Muestra.**

- **Población:** Conformada por 05 acuíferos no confinados que abastecen con agua a la ciudad de Moyobamba de los sectores del Achi, Azungue, Shango, Fachín y Tipinillo.

- **Muestra:**

Cálculo de Muestra según Fórmula Estadística:

El tamaño de la muestra se calculó en base a la siguiente fórmula.

$$ni = \frac{Z^2 \cdot pqN}{E^2 (N-1) + Z^2 pq}$$



**Dónde:**

- ni = Tamaño de la Muestra inicial
- Z = nivel de confianza de la muestra
- N = universo
- p = probabilidad de éxito
- q = probabilidad de fracaso
- E = error (0.05%)

$$ni = \frac{(1.96)^2 (0.5) (0.5) (5)}{(0.05)^2 (5 - 1) + (1.96)^2 (0.5) (0.5)}$$

$$ni = \frac{(3.8416) (0.5) (0.5) (5)}{(0.0025) (4) + (3.8416) (0.5) (0.5)}$$

$$ni = \frac{(4.302)}{(0.01) + (0.9604)}$$

$$ni = \frac{(4.302)}{(0.9704)} = 4.4 = 4 \text{ Acuíferos No Confinados.}$$

**2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.**

Se utilizaron las siguientes técnicas:

**2.4.1. De Fuentes Primarias.**

La información de fuentes primarias estuvo basada principalmente en los resultados del trabajo de campo y análisis de la muestras de agua recolectada de los acuíferos no confinados, de acuerdo a la siguiente metodología:

- Se realizó la Georefenciación y ubicación en un plano catastral de la ciudad de Moyobamba a escala de 1/5000, de los acuíferos no confinados identificados.
- Se realizó la determinación de número de beneficiarios a través del seguimiento diario por un tiempo de 08 días consecutivos por cada acuífero no confinado para consumo humano.
- Se realizó la toma de muestra para análisis en laboratorio; colectadas en frascos de plástico de 1000 ml., de capacidad previamente esterilizados, con refrigeración a 4°C.
- El número de tomas de muestras fueron de 04 y análisis de muestras con intervalos de 30 días entre muestra y muestra por cada acuífero no confinado para consumo humano identificado.

#### **2.4.2. De Fuentes Secundarias.**

La información de fuentes secundarias estarán basadas en información adicional que ayuden a evaluar los resultados obtenidos del campo; ello ayudará a complementar la información primaria; las fuentes que se tomaran en cuentas son publicaciones, libros, folletos, revistas, periódicos, registros de instituciones, aportes de especialistas y pobladores de la zona.

#### **Materiales y equipos utilizados:**

##### **Materiales.**

- Útiles de escritorio (lapicero, lápiz, cuaderno, etc.).
- Materiales de protección personal.
- Cartografía de la ciudad de Moyobamba.
- Ficha de registro y evaluación.
- Guantes dérmicos.
- Recipientes porta muestras.

**Equipos.**

- Equipos de laboratorio para análisis de calidad de agua.
- Cámara digital marca Sony.
- Computadora marca Intel.
- GPS marca Etrex
- Impresora MP. 210 marca Canon.
- Calculadora científica marca Casio.

### **CAPITULO III.**

#### **3.1. Resultados.**

##### **3.1.1. Identificación y Caracterización de los Acuíferos no Confinados de la ciudad de Moyobamba.**

**Cuadro N°01: Acuíferos No Confinados de Uso para Consumo Humano Identificados.**

<b>N°</b>	<b>Nombre</b>	<b>Distrito</b>	<b>Coordenadas (WGS84)</b>	
			<b>Este</b>	<b>Norte</b>
1	El Achi	Moyobamba	279916	9333301
2	Azungue	Moyobamba	280137	9332613
3	Fachín	Moyobamba	280424	9333900
4	Shango	Moyobamba	281173	9331956
5	Tipinillo	Moyobamba	281708	9333721

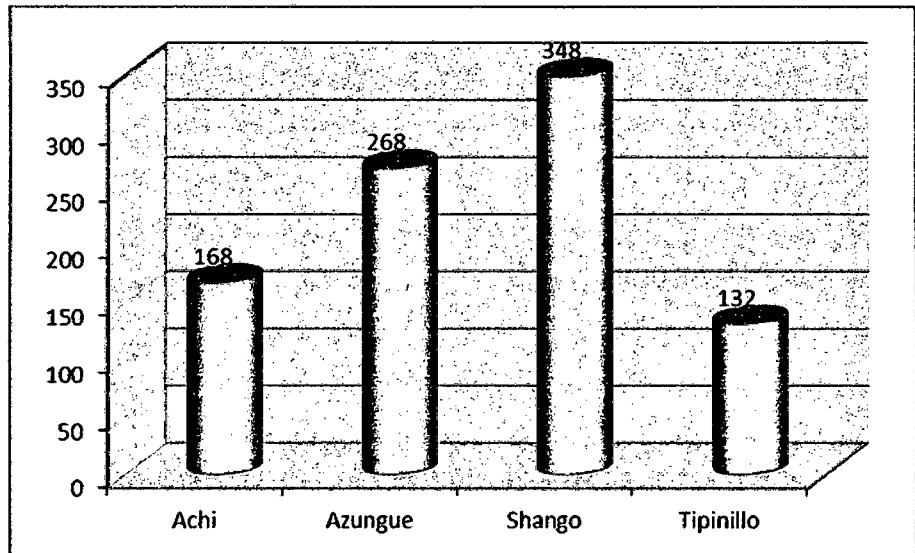
**Cuadro N°02: Acuíferos No Confinados de Uso para Consumo Humano Evaluados.**

<b>N°</b>	<b>Nombre</b>	<b>Distrito</b>	<b>Coordenadas (WGS84)</b>	
			<b>Este</b>	<b>Norte</b>
1	El Achi	Moyobamba	279916	9333301
2	Azungue	Moyobamba	280137	9332613
3	Shango	Moyobamba	281173	9331956
4	Tipinillo	Moyobamba	281708	9333721

Cuadro N°03: N° de Beneficiarios de los Acuíferos No Confinados  
Evaluados.

N°	Nombre	N° Beneficiarios	Características
1	El Achi	168	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cuenta con 03 afloramientos para consumo de agua directo.</li> <li>▪ La zona no cuenta con sistema de agua potable ni alcantarillado.</li> <li>▪ Existen viviendas en la parte alta del terreno.</li> <li>▪ El acuífero no se encuentra protegido para el ingreso de agua de las precipitaciones pluviales y escorrentía.</li> </ul>
2	Azungue	268	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cuenta con 02 afloramientos para consumo de agua directo.</li> <li>▪ La zona no cuenta con sistema de agua potable ni alcantarillado.</li> <li>▪ Existen viviendas en la parte alta del terreno.</li> <li>▪ El acuífero se encuentra protegido para el ingreso de agua de escorrentía.</li> </ul>
3	Shango	348	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cuenta con 03 afloramientos para consumo de agua directo.</li> <li>▪ La zona cuenta con sistema de agua potable pero no de alcantarillado.</li> <li>▪ Existen viviendas en los alrededores de los acuíferos del terreno.</li> <li>▪ El acuífero cuenta con protección para para el ingreso de agua de precipitaciones y escorrentía.</li> </ul>
4	Tipinillo	132	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cuenta con 01 afloramiento para consumo de agua directo.</li> <li>▪ La zona no cuenta con sistema de agua potable pero no de alcantarillado.</li> <li>▪ Existen viviendas en los alrededores de los acuíferos del terreno y parte alta.</li> <li>▪ El acuífero cuenta con protección para el ingreso de agua de escorrentía.</li> </ul>

Gráfico N°01: N° de Beneficiarios por Acuífero Evaluado.



Interpretación: El gráfico nos muestra que de los 04 acuíferos evaluados, el mayor número de beneficiarios presenta el ubicado en el Sector Shango, seguido por el Sector Azungue, El Achi y Tipinillo. Su uso es de forma diaria en horarios de día y noche.

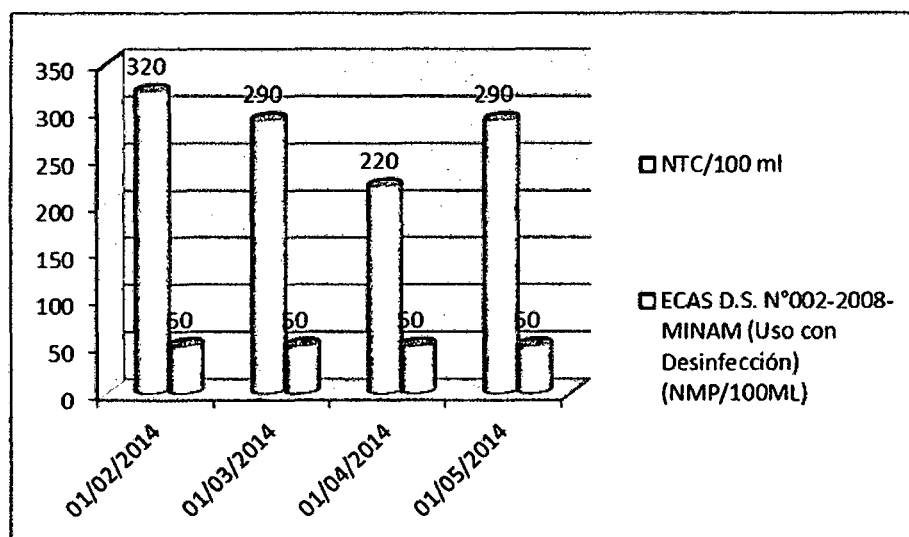
### 3.1.2. Monitorear la Calidad Biológica del Agua de los Acuíferos no Confinados Identificados.

#### a) Resultados de Monitoreo de Agua – Coliformes Totales.

Cuadro N°04: Coliformes Totales Acuífero El Achi.

ESTACION	NOMBRE ACUCIFERO	FECHA	COLIFORMES TOTALES (NTC/100ML)	NTC/100 ml	ECAS D.S. N°002-2008-MINAM (Uso con Desinfección) (NMP/100ML)	ANALISIS REFERENCIAL
1	EL ACHI	01/02/2014	$3.2 \times 10^2$	320	50	SOBREPASA
1	EL ACHI	01/03/2014	$3.1 \times 10^2$	290	50	SOBREPASA
1	EL ACHI	01/04/2014	$2.2 \times 10^2$	220	50	SOBREPASA
1	EL ACHI	01/05/2014	$2.9 \times 10^2$	290	50	SOBREPASA
PROMEDIO			$2.80 \times 10^2$	280	50	SOBREPASA

Gráfico N°02: Coliformes Totales Acuífero El Achi.

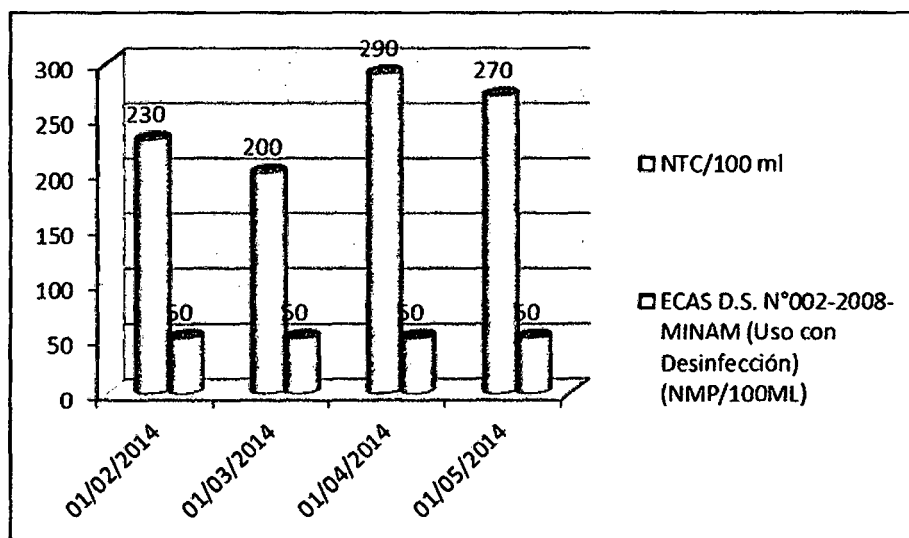


Interpretación: El gráfico nos muestra que el acuífero El Achi evaluado presenta valores máximos de Coliformes Totales de 320 NTC/100ml en el primer monitoreo y el mínimo de 220 NTC/100 ml en el tercer monitoreo, obteniendo un promedio de 280 MTC/100 ml.

Cuadro N°05: Coliformes Totales Acuífero El Azungue

ESTACION	NOMBRE ACUCIFERO	FECHA	COLIFORMES TOTALES (NTC/100ML)	NTC/100 ml	ECAS D.S. N°002-2008-MINAM (Uso con Desinfección) (NMP/100ML)	ANALISIS REFERENCIAL
2	AZUNGUE	01/02/2014	$2.3 \times 10^2$	230	50	SOBREPASA
2	AZUNGUE	01/03/2014	$2.0 \times 10^2$	200	50	SOBREPASA
2	AZUNGUE	01/04/2014	$2.9 \times 10^2$	290	50	SOBREPASA
2	AZUNGUE	01/05/2014	$2.7 \times 10^2$	270	50	SOBREPASA
<b>PROMEDIO</b>			<b><math>2.47 \times 10^2</math></b>	<b>247.5</b>	50	SOBREPASA

Gráfico N°03: Coliformes Totales Acuífero Azungue.



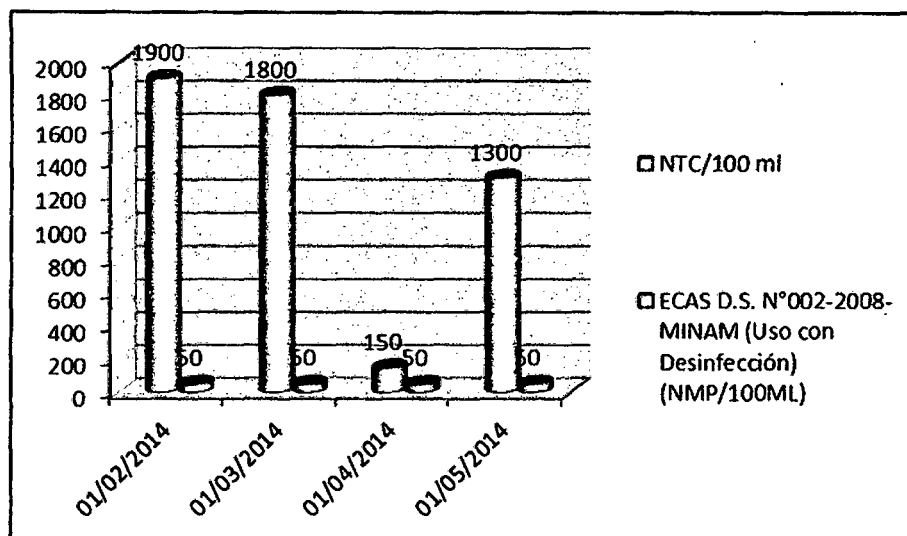
Interpretación: El gráfico nos muestra que el acuífero Azungue evaluado presenta valores máximos de Coliformes Totales de 290 NTC/100ml en el tercer monitoreo y el mínimo de 200 NTC/100 ml en el segundo monitoreo, obteniendo un promedio de 247.5 MTC/100 ml.

Cuadro N°06: Coliformes Totales Acuífero Shango.

ESTACION	NOMBRE ACUCIFERO	FECHA	COLIFORMES TOTALES (NTC/100ML)	NTC/100 ml	ECAS D.S. N°002-2008-MINAM (Uso con Desinfección) (NMP/100ML)	ANALISIS REFERENCIAL
3	SHANGO	01/02/2014	$1.9 \times 10^3$	1900	50	SOBREPASA
3	SHANGO	01/03/2014	$1.8 \times 10^3$	1800	50	SOBREPASA
3	SHANGO	01/04/2014	$1.5 \times 10^2$	150	50	SOBREPASA
3	SHANGO	01/05/2014	$1.3 \times 10^3$	1300	50	SOBREPASA
<b>PROMEDIO</b>			<b><math>1.2875 \times 10^3</math></b>	<b>1287.5</b>	50	SOBREPASA



Gráfico N°04: Coliformes Totales Acuífero Shango.

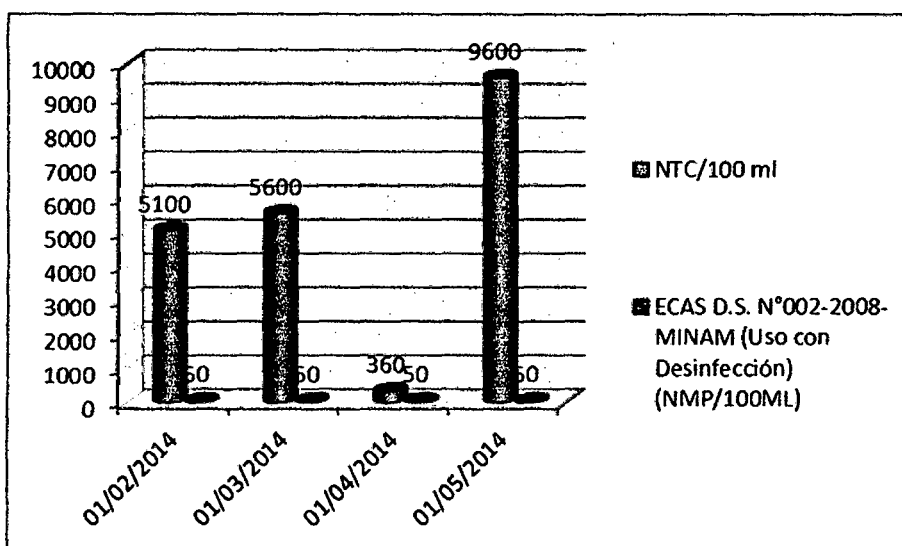


Interpretación: El gráfico nos muestra que el acuífero Shango evaluado presenta valores máximos de Coliformes Totales de 1900 NTC/100 ml en el primer monitoreo y el mínimo de 150 NTC/100 ml en el tercer monitoreo, obteniendo un promedio de 1287.5 MTC/100 ml.

Cuadro N°07: Coliformes Totales Acuífero Tipinillo.

ESTACION	NOMBRE ACUCIFERO	FECHA	COLIFORMES TOTALES (NTC/100ML)	NTC/100 ml	ECAS D.S. N°002-2008-MINAM (Uso con Desinfección) (NMP/100ML)	ANALISIS REFERENCIAL
4	TIPINILLO	01/02/2014	$5.1 \times 10^3$	5100	50	SOBREPASA
4	TIPINILLO	01/03/2014	$5.6 \times 10^3$	5600	50	SOBREPASA
4	TIPINILLO	01/04/2014	$3.6 \times 10^2$	360	50	SOBREPASA
4	TIPINILLO	01/05/2014	$9.6 \times 10^3$	9600	50	SOBREPASA
PROMEDIO			$5.165 \times 10^3$	5165	50	SOBREPASA

Gráfico N°05: Coliformes Totales Acuífero Tipinillo.



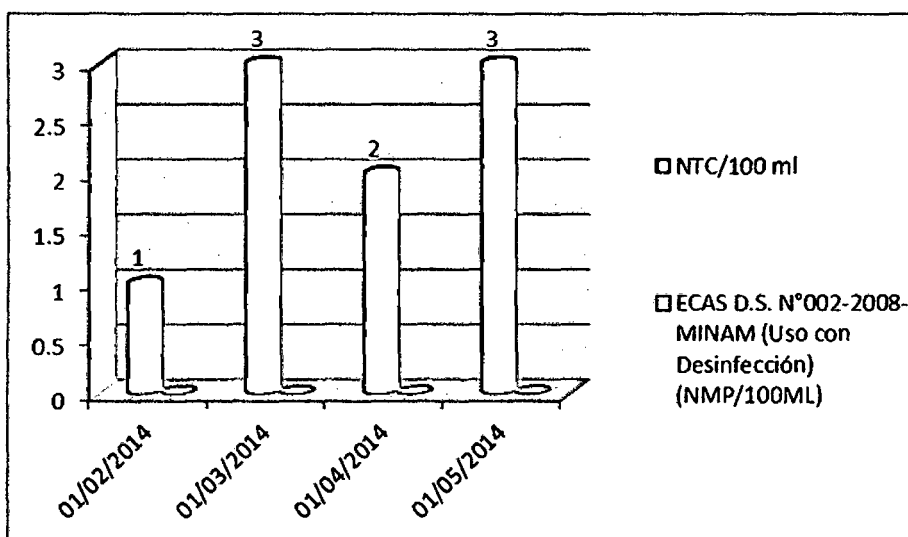
Interpretación: El gráfico nos muestra que el acuífero Tipinillo evaluado presenta valores máximos de Coliformes Totales de 9600 NTC/100 ml en el cuarto monitoreo y el mínimo de 360 NTC/100 ml en el tercer monitoreo, obteniendo un promedio de 5,165 MTC/100 ml.

b) Resultados de Monitoreo de Agua – Coliformes Fecales.

Cuadro N°08: Coliformes Fecales Acuífero El Achi.

ESTACION	NOMBRE ACUCIFERO	FECHA	COLIFORMES FCALES (NTC/100ML)	NTC/100 ml	ECAS D.S. N°002-2008-MINAM (Uso con Desinfección) (NMP/100ML)	ANALISIS REFERENCIAL
1	EL ACHI	01/02/2014	0.1 x 10	1	0	SOBREPASA
1	EL ACHI	01/03/2014	0.3 x 10	3	0	SOBREPASA
1	EL ACHI	01/04/2014	0.2 x 10	2	0	SOBREPASA
1	EL ACHI	01/05/2014	0.3 x 10	3	0	SOBREPASA
PROMEDIO			0.225 x 10	2.25	0	SOBREPASA

Gráfico N°06: Coliformes Fecales Acuífero El Achi.

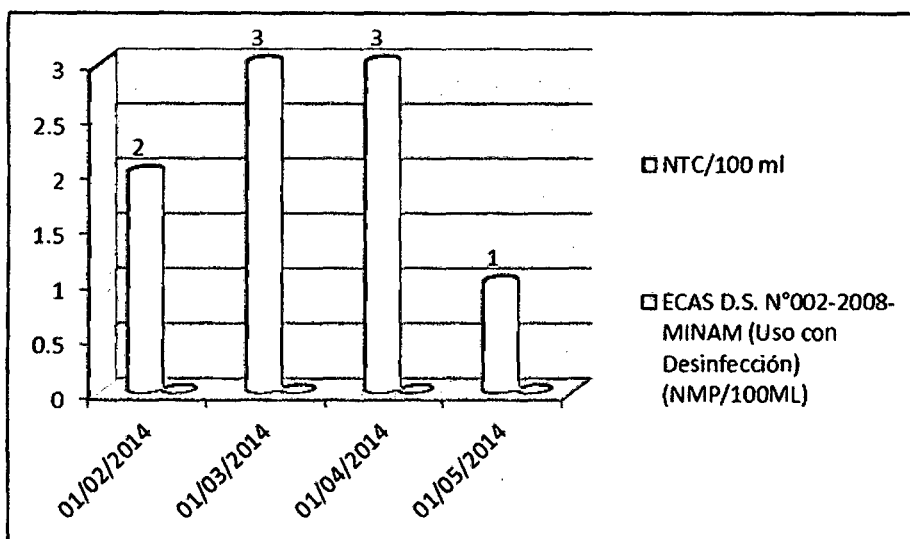


Interpretación: El gráfico nos indica que el acuífero El Achi evaluado presenta valores máximos de Coliformes Fecales de 3 NTC/100 ml en el segundo y cuarto monitoreo y el mínimo de 1 NTC/100 ml en el primer monitoreo, obteniendo un promedio de 2.25 MTC/100 ml.

Cuadro N°09: Coliformes Fecales Acuífero Azungue.

ESTACION	NOMBRE ACUCIFERO	FECHA	COLIFORMES FECALES (NTC/100ML)	NTC/100 ml	ECAS D.S. N°002-2008-MINAM (Uso con Desinfección) (NMP/100ML)	ANALISIS REFERENCIAL
2	AZUNGUE	01/02/2014	0.2 x 10	2	0	SOBREPASA
2	AZUNGUE	01/03/2014	0.3 x 10	3	0	SOBREPASA
2	AZUNGUE	01/04/2014	0.3 x 10	3	0	SOBREPASA
2	AZUNGUE	01/05/2014	0.1 x 10	1	0	SOBREPASA
<b>PROMEDIO</b>			<b>0.225 x 10</b>	<b>2.25</b>	<b>0</b>	<b>SOBREPASA</b>

Gráfico N°07: Coliformes Fecales Acuífero Azungue.

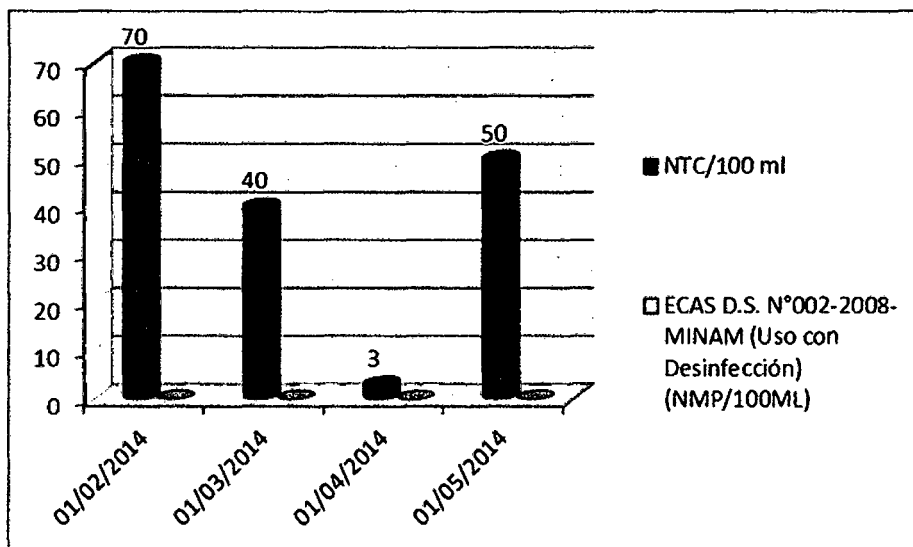


Interpretación: El gráfico nos indica que el acuífero Azungue evaluado presenta valores máximos de Coliformes Fecales de 3 NTC/100 ml en el segundo y tercer monitoreo y el mínimo de 1 NTC/100 ml en el cuarto monitoreo, obteniendo un promedio de 2.25 MTC/100 ml.

Cuadro N°10: Coliformes Fecales Acuífero Shango.

ESTACION	NOMBRE ACUCIFERO	FECHA	COLIFORMES FCALES (NTC/100ML)	NTC/100 ml	ECAS D.S. N°002-2008-MINAM (Uso con Desinfección) (NMP/100ML)	ANALISIS REFERENCIAL
3	SHANGO	01/02/2014	$0.7 \times 10^2$	70	0	SOBREPASA
3	SHANGO	01/03/2014	$0.4 \times 10^2$	40	0	SOBREPASA
3	SHANGO	01/04/2014	$0.3 \times 10$	3	0	SOBREPASA
3	SHANGO	01/05/2014	$0.5 \times 10^2$	50	0	SOBREPASA
<b>PROMEDIO</b>			<b><math>0.4075 \times 10^2</math></b>	<b>40.75</b>	0	SOBREPASA

Gráfico N°08: Coliformes Fecales Acuífero Shango.

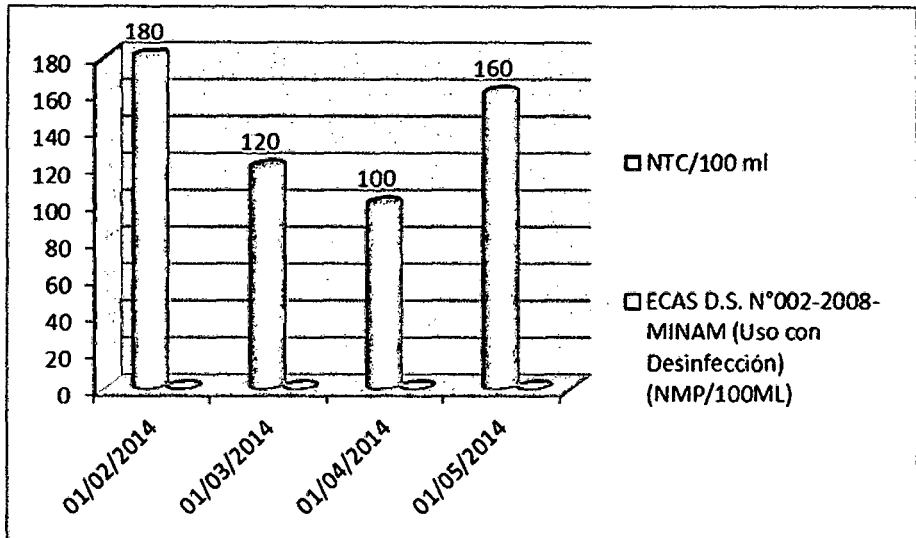


Interpretación: El gráfico nos indica que el acuífero Shango evaluado presenta valores máximos de Coliformes Fecales de 70 NTC/100 ml en el primer monitoreo y el mínimo de 3 NTC/100 ml en el tercer monitoreo, obteniendo un promedio de 40.75 MTC/100 ml.

Cuadro N°11: Coliformes Fecales Acuífero Tipinillo.

ESTACION	NOMBRE ACUCIFERO	FECHA	COLIFORMES FECALES (NTC/100ML)	NTC/100 ml	ECAS D.S. N°002-2008-MINAM (Uso con Desinfección) (NMP/100ML)	ANALISIS REFERENCIAL
4	TIPINILLO	01/02/2014	$1.8 \times 10^2$	180	0	SOBREPASA
4	TIPINILLO	01/03/2014	$1.2 \times 10^2$	120	0	SOBREPASA
4	TIPINILLO	01/04/2014	$1.0 \times 10^2$	100	0	SOBREPASA
4	TIPINILLO	01/05/2014	$1.6 \times 10^2$	160	0	SOBREPASA
<b>PROMEDIO</b>			$1.4 \times 10^2$	<b>140</b>	0	SOBREPASA

Gráfico N°09: Coliformes Fecales Acuífero Tipinillo:



Interpretación: El gráfico nos indica que el acuífero Tipinillo evaluado presenta valores máximos de Coliformes Fecales de 180 NTC/100 ml en el primer monitoreo y el mínimo de 100 NTC/100 ml en el tercer monitoreo, obteniendo un promedio de 140 MTC/100 ml.

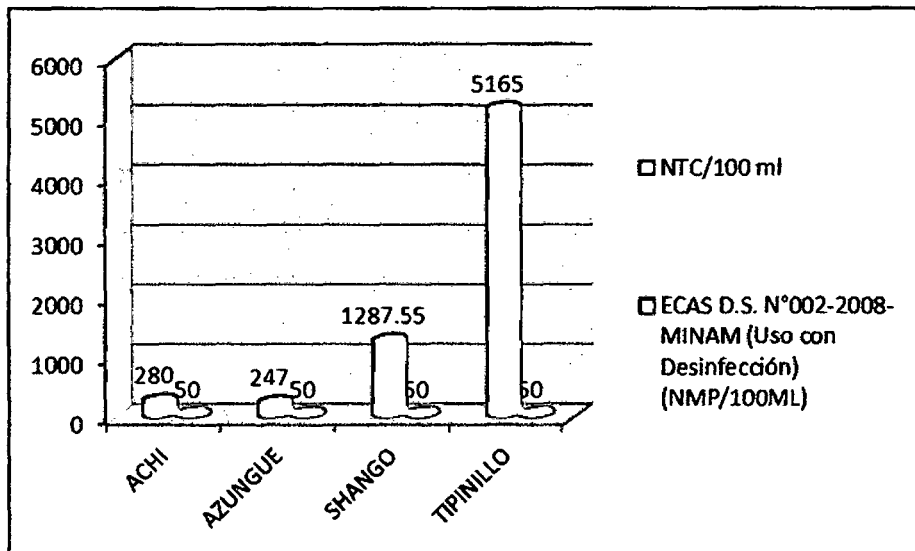
**3.1.3. Análisis y Evaluación de Resultados Promedios con Respecto a los Estándares de Calidad Ambiental – ECAS – D.S. N° 002-2008-MINAM.**

a) Resultados Promedios de Coliformes Totales y Fecales.

Cuadro N°12: Resultados Promedios de Coliformes Totales.

ESTACION	NOMBRE ACUCIFERO	FECHA	COLIFORMES TOTALES (NTC/100ML)	NTC/100 ml	ECAS D.S. N°002-2008-MINAM (Uso con Desinfección) (NMP/100ML)	ANALISIS REFERENCIAL
1	ACHI	01/02/2014	$2.80 \times 10^2$	280	50	SOBREPASA
2	AZUNGUE	01/03/2014	$2.47 \times 10^2$	247	50	SOBREPASA
3	SHANGO	01/04/2014	$1.2875 \times 10^3$	1287.55	50	SOBREPASA
4	TIPINILLO	01/05/2014	$5.165 \times 10^3$	5165	50	SOBREPASA
PROMEDIO			$1.7448 \times 10^3$	1744.8875	50	SOBREPASA

Gráfico N°10: Resultados Promedios Coliformes Totales.

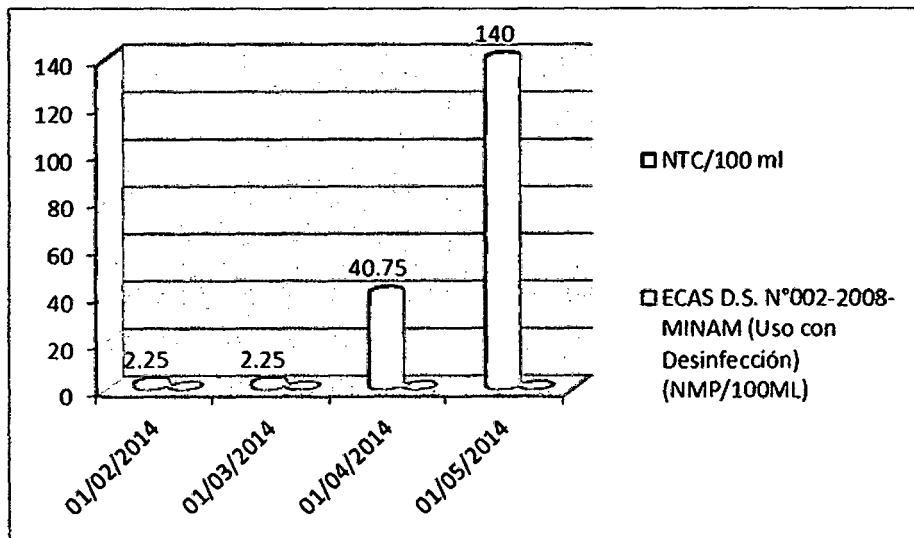


Interpretación: El gráfico nos indica que el acuífero Tipinillo presenta valores máximos de Coliformes Totales de 5165 NTC/100 ml y el mínimo es el acuífero de Azungue con 247 NTC/100 ml. Todos los acuíferos evaluados sobrepasan los **Estándares de Calidad del Agua para Consumo Humano con Desinfección de 50 NMP/ml establecido con Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM.**

Cuadro N°13: Resultados Promedios de **Coliformes Fecales**.

ESTACION	NOMBRE ACUCIFERO	FECHA	COLIFORMES FECALES (NTC/100ML)	NTC/100 ml	ECAS D.S. N°002-2008-MINAM (Uso con Desinfección) (NMP/100ML)	ANALISIS REFERENCIAL
4	ACHI	01/02/2014	$0.225 \times 10$	2.25	0	SOBREPASA
4	AZUNGUE	01/03/2014	$0.225 \times 10$	2.25	0	SOBREPASA
4	SHANGO	01/04/2014	$0.4075 \times 10^2$	40.75	0	SOBREPASA
4	TIPINILLO	01/05/2014	$1.4 \times 10^2$	140	0	SOBREPASA
<b>PROMEDIO</b>			$0.463125 \times 10^2$	<b>46.3125</b>	0	SOBREPASA

Gráfico N°11: Resultados Promedios Coliformes Fecales.

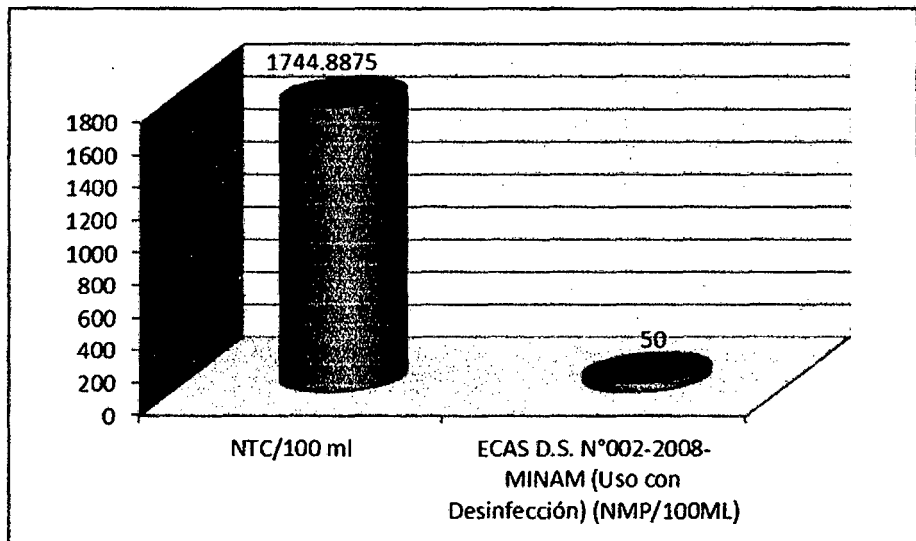


Interpretación: El gráfico nos indica que el acuífero Tipinillo presenta valores máximos de Coliformes Fecales de 140 NTC/100 ml y el mínimo son los acuíferos de El Achi y Azungue con 2.25 NTC/100 ml. Todos los acuíferos evaluados sobrepasan los **Estándares de Calidad del Agua para Consumo Humano con Desinfección de 00 NMP/ml establecido con Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM.**



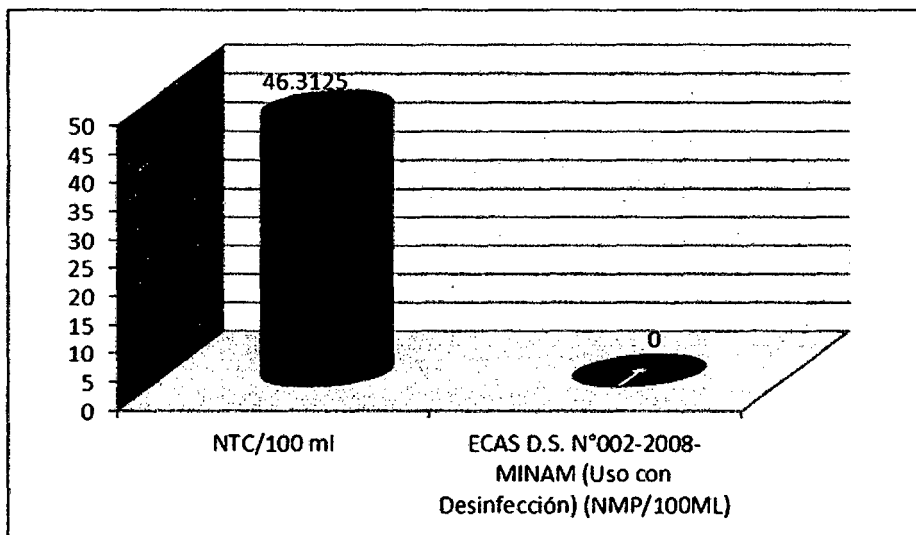
b) Resultados Equivalentes de **Coliformes Totales y Fecales.**

Gráfico N°12: Resultado Equivalente Coliformes Totales.



Interpretación: El gráfico nos muestra que los acuíferos evaluados presentan un valor equivalente de 1744.8875 NTC/100 ml de Coliformes Totales, sobrepasando los **Estándares de Calidad del Agua para Consumo Humano con Desinfección de 50 NMP/ml establecido con Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM.**

Gráfico N°13: Resultado Equivalente Coliformes Fecales.



Interpretación: El gráfico nos muestra que los acuíferos evaluados presentan un valor equivalente de 46.3125 NTC/100 ml de Coliformes Fecales, sobrepasando los **Estándares de Calidad del Agua para Consumo Humano con Desinfección de 00 NMP/ml establecido con Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM.**

### 3.2. Discusiones.

- Los acuíferos no confinados evaluados desde décadas atrás son utilizados para el abastecimiento de agua; representa también la alternativa más inmediata ante el desabastecimiento de agua potable. Actualmente abastece a un total de 916 personas, los cuales hacen uso del recurso para sus actividades diarias en su aseo personal, lavandería en su gran mayoría no cuentan con la infraestructura adecuada que garanticen su sanidad por estar expuestos directamente a la precipitaciones pluviales, escorrentías superficiales, silos, acumulación de residuos sólidos, criaderos de animales, etc. lo que les hace altamente vulnerables a la contaminación por coliformes, lo cual contrasta con la investigación realizada por **Casanova O. (2001)**, el mismo que concluye que para para la construcción de pozos para abastecimiento de agua para consumo humano es necesario ubicarlos lejos de focos de contaminación descritos anteriormente. La presencia de Coliformes Fecales y Totales en estos acuíferos evaluados y que en la actualidad vienen siendo usado por la población del entorno, no significa la contaminación del total de acuífero según **Foster S (1991)**, por tratarse de una contaminación de aporte local por los defectos en la construcción que presentan.
- Evaluados los promedios equivalentes del Monitoreo de Coliformes Totales de los acuíferos evaluados es de 1744.8875 NTC/100 ml sobrepasando los Estándares de Calidad del Agua en Coliformes Totales para Consumo Humano con Desinfección de 50 NMP/ml establecido con **Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM** y en lo que respecta a Coliformes Fecales en 46.3125 NTC/100ml sobrepasando los Estándares de Calidad del Agua. La alta concentración refleja la alta vulnerabilidad de los pozos evaluados cuyo contacto del agua es directamente con la carga de contaminantes incrementando su contaminación por tratarse se superficies de poca extensión el cual se relaciona con lo establecido por **Foster Stephen (1991)**, quien concluye que la interacción entre los competentes de la vulnerabilidad a la contaminación y los de la carga contaminante al subsuelo es muy compleja.

Esta interacción determina el riesgo de qué contaminante alcanzan el acuífero y está representada con la máxima precisión posible.

- Con más concentración de promedio equivalente es el ubicado en el Sector Tipinillo con 5165 NTC/100ml de Coliformes Totales y 140 NTC/100 ml de Coliformes Fecales, su alta concentración en ambos parámetros evaluados se debe a la ubicación en la parte baja Zona de Tahuishco cuya parte alta y alrededores se encuentra poblada por viviendas que no cuentan con servicios de alcantarillado público para la disposición de excretas, a ello se suma el paso de la red de evacuación final de aguas servidas de la ciudad de Moyobamba, el cual no se encuentra en buen estado presentando rupturas en varios tramos contaminando los acuíferos subterráneos de manera directa por la infiltración de los efluentes por tratarse de suelos areno/arcillosos, además son lugares además donde no es posible la construcción de sistemas de alcantarillado público para el tratamiento de aguas servidas y excreta por la fragilidad de los suelos, alejamiento de la red de alcantarillado público e inaccesibilidad para ejercer el bombeo hacia los pozos colectores de aguas residuales para su disposición final. Estos resultados nos indican que los acuíferos no se encuentran aptos para el consumo humano por superar los estándares establecidos en el **Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM**, lo cual podría desencadenar en la generación de enfermedades gastro-intestinales, cutáneas entre otros estipulados por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

### 3.3. Conclusiones.

De los resultados obtenidos se presentan las conclusiones siguientes.

- La ciudad de Moyobamba cuenta con 05 Acuíferos No confinados, de los cuales se evaluaron 04 que abastecen con agua a un total de 916 personas que hacen uso del recurso para sus actividades diarias en su aseo personal, lavandería y consumo humano directo sin realizar ningún tratamiento previo para tratar agentes infecciosos como los coliformes.
- Los acuíferos monitoreados sobrepasan los Estándares de Calidad del Agua en Coliformes Totales para Consumo Humano con Desinfección de **50 NMP/ml** con un valor de 1744.8875 NTC/100 ml y Coliformes Fecales en 46.3125 NTC/100ml sobrepasando los Estándares de Calidad del Agua en Coliformes Fecales para Consumo Humano con Desinfección de **00 NMP/ml** establecido con Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM.
- El acuífero de Tipinillo presenta el promedio equivalente más alto con 5165 NTC/100ml de Coliformes Totales y 140 NTC/100 ml de Coliformes Fecales, su alta concentración obedece a la población ubicada en la parte alta y alrededores que no cuentan con servicio de alcantarillado público así como el paso de la red de evacuación final de aguas servidas de la ciudad de Moyobamba, el cual no se encuentra en buen estado
- Estos resultados nos indican que los acuíferos no se encuentran aptos para el consumo humano de manera directa, lo cual podría desencadenar en la generación de enfermedades gastro-intestinales, cutáneas etc.

### **3.4. Recomendaciones.**

- Proteger el ingreso de aguas de escorrentía pluvial a los acuíferos no confinados con estructuras diseñadas de acuerdo a la topografía, y frecuencia de uso de los mismos.
- Evitar la construcción de silos para la disposición de excretas cerca a los acuíferos no confinados evitando con ello la contaminación de las aguas subterráneas por efecto de infiltración a través del suelo.
- Para el consumo humano se debe hacer hervir el agua, previa a su consumo para evitar malestares estomacales por los altos contenidos de coliformes fecales y totales encontrados.
- Realizar monitoreos permanentes de las aguas para determinar las causas puntuales de contaminación.
- Solicitar la orientación, evaluación y educación a las autoridades del sector salud para el uso correcto de los acuíferos no confinados.
- Fomentar la organización de las personas que hacen uso de los acuíferos no confinado a fin de gestionar apoyo ante las autoridades competentes para su manejo y tratamiento.
- Organizar faenas de limpieza de los acuíferos evitando con ello la contaminación por las aguas de escorrentía producto de las precipitaciones pluviales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- 1) Casanova, O. (2001). Contaminación de Aguas Subterráneas con Nitratos y Coliformes en el Litoral Sudoeste del Uruguay. Uruguay.
- 2) Clair N. (2000). Química para Ingeniería Ambiental. Colombia.
- 3) Calzada Benza, J. (1985). Métodos Estadísticos aplicados a la Investigación Científica. Lima.
- 4) Foster Stephen. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. (1991). Determinación del Índice de Vulnerabilidad de Contaminación de Aguas Subterráneas. Perú.
- 5) Gómez García. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. (1995). Contaminación de las Aguas en la Amazonía Peruana: Tarapoto. Perú.
- 6) Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2000). Proyecciones de Población por sexo, según Departamento, Provincia y Distrito. Perú.
- 7) Ley N° 29263. (2008). Título XIII - Código Penal en Materia Ambiental. Perú.
- 8) Madigan, M. (2000). Biología de los Microorganismos. España.
- 9) Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2001). La calidad del agua. Naciones Unidas.
- 10) Presidencia del Consejo de Ministros. (2008). D. S. N° 002-2008-PCM - Estándares Nacionales de Calidad del Agua – ECAS. Perú.
- 11) Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua. (2005) Indicadores de Contaminación Fecal de Aguas. Naciones Unidas.
- 12) Universidad Politécnica de Cataluña. (2003). Criterios de Calidad de Aguas. Barcelona.

# ANEXOS

1. Ficha de Identificación de Puntos de Muestreo.

**PROYECTO DE TESIS: "Determinación del Nivel de Contaminación Biológica por Coliformes fecales en Acuíferos No Confinados (Pozos) de uso para Consumo Humano, ciudad de Moyobamba- 2013".**

**FICHA DE IDENTIFICACION Y VERIFICACION DE PUNTO DE MUESTREO DE AGUA**



NOMBRE DEL PUNTO

FECHA DE VERIFICACION

UBICACION

COORDENADAS  
UTM

Sector  Norte  Antigüedad

Distrito  Este  Propietario

Provincia  Altitud  Beneficiarios

Equipo empleado

FECHA DE VERIFICACION:

DESCRIPCION DEL PUNTO


FIRMA DEL TESISISTA \_\_\_\_\_

NOMBRE:.....



2. Resultados de Análisis de Laboratorio.



**FISH & AQUACULTURE**

**Equipos e Instrumentos para análisis de Calidad de Agua.  
Asesoría en Monitoreo y Análisis de Calidad de Agua.**

Cod:012-2014

**REPORTE DE ANALISIS Y CALIDAD DE AGUA**

Solicitante : WILLIAM TORRES PALOMINO  
 Departamento : SAN MARTIN  
 Provincia : MOYOBAMBA  
 Distrito : MOYOBAMBA  
 Fecha de Monitoreo : 01-02 -2014  
 Hora de Monitoreo : 08:05 a.m.  
 Realizo Toma Muestra : El solicitante

ESTACION Nº	COLIFORMES TOTALES (NTC/100ml)	COLIFORMES FECALES (NTC/100ml)
1	$3,2 \times 10^2$	$0,1 \times 10^2$
2	$2,3 \times 10^2$	$0,2 \times 10^2$
3	$1,9 \times 10^3$	$0,7 \times 10^2$
4	$5,1 \times 10^3$	$1,8 \times 10^2$

Moyobamba, 04 de Febrero del 2014

FISH & AQUACULTURE



FISH & AQUACULTURE  
  
 Ing. Liz M. Vargas Diaz  
 GERENTE GENERAL



## FISH & AQUACULTURE

Equipos e Instrumentos para análisis de Calidad de Agua.  
Asesoría en Monitoreo y Análisis de Calidad de Agua.

Cod: 015-2014

### REPORTE DE ANALISIS Y CALIDAD DE AGUA

Solicitante : WILLIAM TORRES PALOMINO  
Departamento : SAN MARTIN  
Provincia : MOYOBAMBA  
Distrito : MOYOBAMBA  
Fecha de Monitoreo : 01-03 -2014  
Hora de Monitoreo : 07:50 a.m.  
Realizo Toma Muestra : El solicitante

ESTACION N°	COLIFORMES TOTALES (NTC/100ml)	COLIFORMES FECALES (NTC/100ml)
1	$3,1 \times 10^2$	$1,3 \times 10^2$
2	$2,0 \times 10^2$	$0,2 \times 10^2$
3	$1,8 \times 10^3$	$0,4 \times 10^2$
4	$5,6 \times 10^3$	$1,2 \times 10^2$

Moyobamba, 4 de Marzo del 2014

FISH & AQUACULTURE



FISH & AQUACULTURE  
*[Signature]*  
Ing. Lic. M. Vargas Diaz  
GERENTE GENERAL



**FISH & AQUACULTURE**  
**Equipos e Instrumentos para análisis de Calidad de Agua.**  
**Asesoría en Monitoreo y Análisis de Calidad de Agua.**

Cod: 018-2014

**REPORTE DE ANALISIS Y CALIDAD DE AGUA**

Solicitante : WILLIAM TORRES PALOMINO  
Departamento : SAN MARTIN  
Provincia : MOYOBAMBA  
Distrito : MOYOBAMBA  
Fecha de Monitoreo : 01-04 -2014  
Hora de Monitoreo : 08:16 a.m.  
Realizo Toma Muestra : El solicitante

ESTACION Nº	COLIFORMES TOTALES (NTC/100ml)	COLIFORMES FECALES (NTC/100ml)
1	$2,2 \times 10^2$	$0,2 \times 10^1$
2	$2,9 \times 10^2$	$0,3 \times 10^1$
3	$1,5 \times 10^2$	$0,3 \times 10^1$
4	$3,6 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$

Moyobamba, 4 de Abril del 2014

FISH & AQUACULTURE



FISH & AQUACULTURE  
*[Signature]*  
Ing. Eric M. Vargas Diaz  
GERENTE GENERAL



## FISH & AQUACULTURE

Equipos e Instrumentos para análisis de Calidad de Agua.  
Asesoría en Monitoreo y Análisis de Calidad de Agua.

Cod: 021-2014

### REPORTE DE ANALISIS Y CALIDAD DE AGUA

Solicitante : WILLIAM TORRES PALOMINO  
Departamento : SAN MARTIN  
Provincia : MOYOBAMBA  
Distrito : MOYOBAMBA  
Fecha de Monitoreo : 01-05-2014  
Hora de Monitoreo : 07:30 a.m.  
Realizo Toma Muestra : El solicitante

ESTACION N°	COLIFORMES TOTALES (NTC/100ml)	COLIFORMES FECALES (NTC/100ml)
1	$2,9 \times 10^2$	$0,3 \times 10^2$
2	$2,7 \times 10^2$	$0,1 \times 10^2$
3	$1,3 \times 10^3$	$0,5 \times 10^2$
4	$9,6 \times 10^3$	$1,5 \times 10^2$

Moyobamba, 05 de Mayo del 2014

FISH & AQUACULTURE



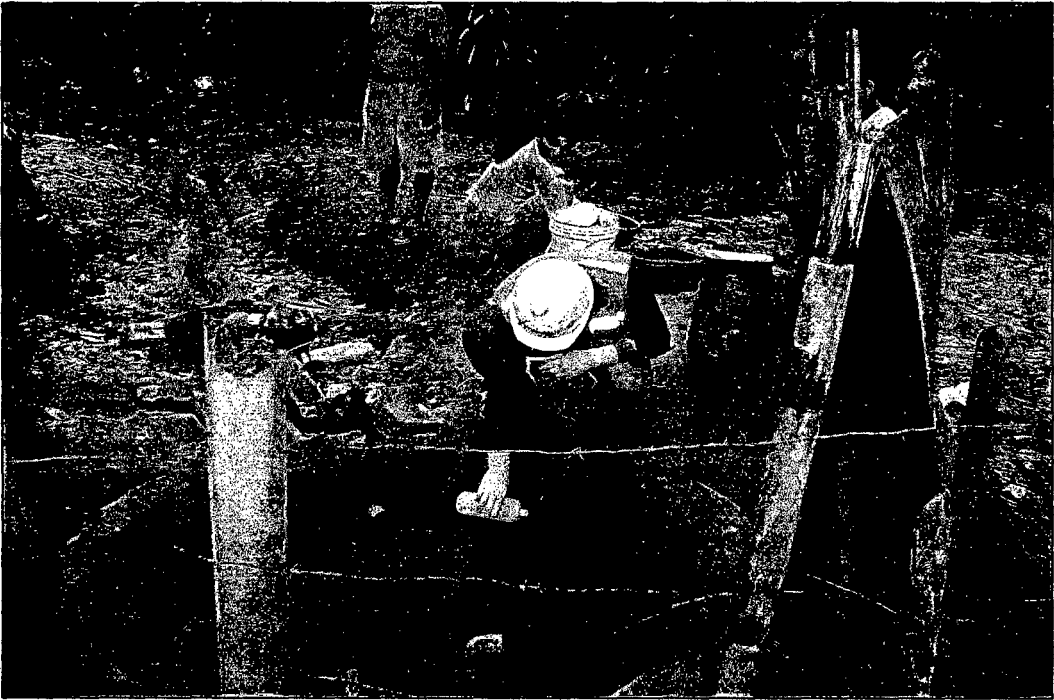
FISH & AQUACULTURE  
*[Signature]*  
Ing. Liz M. Vargas Diaz  
GERENTE GENERAL

3. Galería Fotográfica del Trabajo Realizado.

3.1. Tesista Realizando el Registro de los Acuíferos No Confinados Evaluados.



3.2. Tesista Realizando la Recolección de Muestra de los Acuíferos No Confinados Evaluados.





3.3. Tesista Realizando el Rotulado de las Muestras Recolectadas de los Acuíferos No Confinados Evaluados.



3.4. Tesista Realizando la Medición de Temperatura y PH de los Acuíferos No Confinados Evaluados.





3.5. Tesista Realizando Entrevista y Registro de Beneficiarios de los Acuíferos No Confinados Evaluados.





#### 4. Mapa de Ubicación de Acuíferos No Confinados Monitoreados.

