

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



DETERMINACION DE LA CONTAMINACION MICROBIOLOGICA DEL
AGUA DEL MANANTIAL EL PATERNO UBICADO EN EL MUNICIPIO DE
SENSUNTEPEQUE. DEPARTAMENTO DE CABAÑAS

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR
KATIA ARACELY CORNEJO LOPEZ
IRIS ROCIO ESQUIVEL MERINO

PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIATURA EN QUIMICA Y FARMACIA

JUNIO DE 2008

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MSC. RUFINO ANTONIO QUEZADA SANCHEZ

SECRETARIO GENERAL

LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHAVEZ

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANO

LIC. SALVADOR CASTILLO AREVALO

SECRETARIA

LICDA. MORENA LIZETTE MARTINEZ DE DIAZ

COMITE DE TRABAJOS DE GRADUACION

COORDINADORA GENERAL:

Lic. María Concepción Odette Rauda Acevedo

ASESORA DE AREA DE ANALISIS DE ALIMENTOS MICROBIOLOGICO

MSc. Maria Evelyn Sánchez de Ramos

ASESORA DE AREA DE MICROBIOLOGIA

MSc. Coralia González de Díaz

DOCENTES DIRECTORES

MSc. Norma Estela Molina

Lic. Maria Elsa Romero de Zelaya

AGRADECIMIENTOS

Principalmente a Dios por haber provisto todo lo necesario para la realización de este trabajo de graduación.

A nuestros docentes directores Licda. Norma Esthela Molina y Licda. Maria Elsa Romero de Zelaya quienes se preocuparon por asesorarnos durante el trabajo de graduación.

A los jurados Licda. Maria Evelyn Sánchez y Lic. Coralia González de Díaz a la coordinadora general de los trabajos de graduación Licda. María Concepción Odette Rauda Acevedo por revisar exhaustivamente nuestro trabajo de graduación y señalar las áreas que se tenían que mejorar para obtener una investigación de calidad.

A las autoridades de la Alcaldía Municipal de Sensuntepeque por su colaboración en el desarrollo de la investigación.

Finalmente agradecemos a nuestros padres, hermanos, familiares, amigos y compañeros, por su apoyo durante la carrera y en esta investigación.

MUCHAS GRACIAS.

Con Cariño: Katia Cornejo

Iris Esquivel

DEDICATORIA

A mi creador y salvador quien en su infinita misericordia me ha permitido alcanzar la victoria.

A mi mamá Rosa Aracely por ser un ejemplo para mí y por apoyarme y animarme en los momentos mas difíciles.

A mi papá por su apoyo

A mis hermanitos Jairo y Josué por interceder por mi con sus oraciones.

A mi tía Elvira y abuelita Amanda (Q.D.D.G) por haberme enseñado con su ejemplo que nunca me debo dar por vencida sin importar las circunstancias que se me presenten en la vida.

A mi compañera de tesis Iris por su colaboración y apoyo.

Katia Aracely

DEDICATORIA

Al ser mas importante y maravilloso..., la razón de mi vivir, a mi amado Padre Dios, ya que, por su voluntad y misericordia me ha permitido culminar el principio de muchos éxitos.

A mi mamá Dinorah, por su amor, quien con su esfuerzo abnegado me apoyo en todo el trayecto de la carrera.

A mi papá Saúl por sus sabios consejos y fomentar en mi la visión de superación.

A mis hermanos por su ayuda incondicional.

A toda la Familia Esquivel por su cariño y desearme lo mejor.

A mi compañerita de tesis Katia y al Lic. Manuel Pineda por su dinamismo y hospitalidad en el desarrollo del trabajo de graduación.

A todos ellos GRACIAS!!!

Iris Roció

INDICE

	PAGINA
RESUMEN	
I. INTRODUCCION	xvii
II. OBJETIVOS	19
2.1 Objetivo general	20
2.2 Objetivos específicos	20
III. MARCO TEORICO.	21
3.1 Monografía de Sensuntepeque	22
3.1.1 Ubicación Geográfica	22
3.1.2 Hidrografía	22
3.1.3 Clima y Vegetación	23
3.1.4 Dimensiones	23
3.2 Generalidades del agua	23
3.3 Calidad del agua y agentes contaminantes	24
3.4 Definición de Manantial y sus generalidades	25
3.5 Principales fuentes naturales	26
3.5.1 Agua de río	27
3.5.2 Agua de pozo	27
3.5.3 Agua de lago	27
3.5.4 Agua de Manantial	27
3.6 Funciones biológicas del agua.	28
3.7 Definición de agua contaminada y sus principales contaminantes.	28

3.8	Enfermedades que se transmiten por medio del agua.	29
3.9	Métodos de purificación del agua.	30
3.9.1	Purificación del agua por sedimentación.	30
3.9.2	Purificación del agua por filtración.	31
3.9.3	Purificación del agua por rayos ultravioleta	31
3.9.4	Purificación del agua por desinfección.	31
3.9.5	Purificación de agua por cloración.	32
3.9.6	Purificación de agua por ozono.	32
3.10	Calidad Microbiológica del agua.	33
3.11	Microorganismos indicadores.	33
3.11.1	Indicadores de contaminación Microbiológica.	34
3.12	Métodos de análisis.	35
IV.	DISEÑO METODOLOGICO.	37
4.1	Tipo de estudio	38
4.2	Investigación Bibliográfica	38
4.3	Investigación de campo	38
4.4	Universo y muestra	39
4.4.1	Método estadístico para la determinación del número de muestras.	39
4.4.2	Calculo para determinar la cantidad de cloro necesaria para potabilizar el agua de la pila.	41
4.4.3	Muestreo	42
4.4.3.1	Época seca	42
4.4.3.2	Época lluviosa	42

4.4.4 Limpieza y sanitización de la pila	43
4.4.5 Aplicación de cloro al agua de la pila de recolección.	44
4.4.6 Recolección de muestras	45
4.4.7 Método de recolección de muestras	45
4.5 Análisis bacteriológico del agua.	46
V. RESULTADOS E INTERPRETACION DE RESULTADOS	49
VI. CONCLUSIONES.	66
VII. RECOMENDACIONES	69
Bibliografía	
Anexos	

INDICE DE ANEXO

ANEXO N°

1. cristalería y equipo
2. Valores Máximos admisibles para calidad microbiológica
NSO 13.07.01.04
3. Tabla del Numero mas probable NMP pera diversas combinaciones de resultados positivos y negativos cuando se utilizan 5 porciones de 10mL, 5 porciones de 1 mL, y 5 porciones de 0.1 mL.
4. Visita al Manantial para seleccionar los puntos de muestreo.
5. Diagrama de ubicación del Manantial.
6. Pruebas piloto.
7. Resultados de muestras tomadas del agua del Manantial y de la pila de recolección en época seca y lluviosa.
8. Tabla de áreas bajo la curva.
9. Índices de Morbilidad.
10. Porcentajes de morbilidad.
11. Carta de entrega de resultados y propuesta a Alcaldía Municipal de Sensuntepeque y carta de compromiso entregada por la Alcaldía Municipal.
12. Mapa de Sensuntepeque.

CUADRO N°	PAGINA
1. Resultados promedio de muestras N° 1 Y muestra N° 2 de agua del manantial en época seca	53
2. Resultado promedio de muestras N° 3 Y muestra N° 4 de agua del Manantial en época lluviosa	55
3. Resultado promedio de muestra N° 5 y muestra N° 6 de agua de la pila de captación en época seca (agua sin tratamiento).	56
4. Resultado promedio de muestra N° 7 y muestra N° 8 del agua de la pila en época lluviosa (sin tratamiento).	57
5. Resultado promedio de muestra N° 9 y muestra N° 10 de agua de la pila de recolección después de 20 minutos de aplicado el cloro, época seca.	58
6. Resultado promedio de muestra N° 11 Y muestra N°12 después de 20 minutos de aplicado el cloro, época lluviosa.	60
7. Resultado promedio de muestra N° 13 y muestra N° 14 del agua de la pila de recolección 1 mes después de aplicado el tratamiento en época seca	61

8. Resultado promedio de muestra N° 15 y muestra N° 16 62
del agua de la pila de recolección 1 mes después de
aplicado el tratamiento en época lluviosa.

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	PAGINA
1. Pila de recolección.	43
2. Aplicación del detergente con mascón.	43
3. Desinfección con lejía.	44
4. Cloro liquido utilizado en el tratamiento.	44
5. Frasco para la toma de muestras de agua.	45
6. Toma de muestra del agua del manantial	45
7. Tubos con reacción positiva para Coliformes totales.	46
8. Tubos conteniendo muestras de agua tratada con reacción negativa.	46
9. Formación del anillo violáceo.	47
10. Recuento de bacterias Heterótrofas.	48
11. Grafico de resultados del conteo de Coliformes totales, fecales y bacterias heterótrofas de agua del Manantial El Paterno, época seca.	53
12. Grafica del conteo de Coliformes Totales, Fecales y Bacterias Heterótrofas del agua del Manantial en época seca.	55
13. Grafica del conteo de Coliformes Totales, Fecales y Bacterias. Heterótrofas del agua de la pila sin tratamiento.	56
14. Grafico de resultados del conteo de Coliformes Totales, Fecales. y Bacterias Heterótrofas de la pila sin tratamiento, época lluviosa.	57

15. Grafico de resultados del conteo de Coliformes Totales, Fecales y Bacterias Heterótrofas a los 20 minutos de aplicada la cloración época seca.	59
16. Grafico de resultados del conteo de Coliformes Totales, Fecales y Bacterias Heterótrofas 20 minutos después de aplicado el cloro, época lluviosa.	60
17. Conteo de Coliformes totales, Fecales y Bacterias Heterótrofas 1 mes después de aplicado el tratamiento en la pila época lluviosa.	61
18. Conteo de Coliformes totales, Fecales y Bacterias Heterótrofas 1 mes después de aplicado el tratamiento a la pila época seca.	62

RESUMEN

El estudio se realizo en el municipio de Sensuntepeque Departamento de Cabañas ante la petición de la Alcaldía Municipal del lugar, de analizar las fuentes naturales de agua de la zona de las cuales se abastecen los habitantes ante la escasez de agua potable.

Se selecciono el manantial El Paterno por ser una de las fuentes naturales con mayor afluencia de personas en la zona. En dicho manantial se identificaron diversos focos de contaminación como asentamientos humanos, basura, animales entre otros los cuales estaban influyendo en la salud de los pobladores lo que se comprobó por los reportes de índices de morbilidad proporcionados por la unidad de salud.

Al Manantial no se le aplicaba ningún tratamiento de potabilización del agua para hacerla apta para el consumo humano.

El estudio se baso en determinar la contaminación microbiológica del agua del manantial y de la pila de recolección.

La metodología de muestreo consistió en tomar muestras de agua de la pila y del manantial divididas por estación seca y lluviosa tomando un total de 16 muestras. Se implemento la cloración como método de tratamiento para el agua de la pila de recolección del manantial.

El método de análisis utilizado fue el de los tubos múltiples, realizando las determinaciones Coliformes totales, Coliformes fecales, *Escherichia coli*, y conteo de Bacterias Heterótrofas utilizando los métodos oficiales indicados

por el APHA y comparando los resultados con los límites especificados por la norma salvadoreña obligatoria para el agua potable (NSO 13.07.01.04).

Los resultados obtenidos demostraron que el agua del manantial en su estado natural no era apta para el consumo humano, Los resultados obtenidos después del tratamiento demostraron que el agua de la pila de recolección se mantenía libre de microorganismos hasta el lapso de 1 mes y que requería de 480ml de cloro para potabilizarla.

Los resultados y la propuesta de limpieza y el tratamiento para el agua de la pila se entregaron a la Alcaldía Municipal de Sensuntepeque y a los líderes comunales a fin de que implementen la propuesta y le den seguimiento permanente.

I. INTRODUCCION

El presente trabajo contiene el estudio de la Determinación de la contaminación Microbiológica del agua del Manantial El Paterno ubicado en el Municipio de Sensuntepeque Departamento de cabañas.

EL manantial El Paterno abastece a los habitantes de las comunidades el Cocal, las Adelitas y san José quienes hacen uso del agua debido al servicio deficiente de agua potable. El Manantial se encuentra ubicado en una zona desprotegida y presenta focos de contaminación a sus alrededores como basura, asentamientos humanos, animales domésticos, representando esto un riesgo para la calidad del agua y la salud de los habitantes ya que en la zona se reportan altos índices de enfermedades gastrointestinales y parasitarias.

Se realizaron los análisis microbiológicos de los parámetros que la Norma Salvadoreña para el agua potable (No.13.07.01.04), recomiendan como indicadores de la calidad del agua, realizando las determinaciones coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*, por el método de tubos múltiples y utilizando los procedimientos indicados por el APHA. Los resultados obtenidos se compararon con los límites que estipula la norma salvadoreña para el agua potable (Nº 13.07.01.04)

El estudio se realizo durante el periodo comprendido de Abril del 2007 a Agosto del 2007 para incluir la época seca y lluviosa, tomándose muestras tanto del manantial como de la pila haciendo un total de 16 muestras .Así mismo se aplico el método de la cloración para tratar el agua de la pila y las pruebas realizadas posteriormente ayudaron a determinar la duración del

tratamiento y la cantidad de cloro necesaria para mantener el agua libre de contaminantes microbiológicos.

Los resultados y la propuesta de limpieza y tratamiento para el agua de la pila se entregaron a la Alcaldía Municipal de Sensuntepeque y a los líderes comunales a fin de que implementaran la propuesta.

II. OBJETIVOS

2.0 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL:

Determinar la contaminación Microbiológica del agua del manantial El Paterno ubicado en el Municipio de Sensuntepeque, Departamento de Cabañas.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

2.2.1 Evaluar la calidad microbiológica del agua de la fuente natural y de la pila de recolección, y su relación con la morbilidad de la población.

2.2.2 Comparar los resultados obtenidos con los límites especificados por la norma salvadoreña para agua potable NSO 13.07.01.04

2.2.3 Identificar los factores que contaminan para proponer un sistema de limpieza, desinfección con cloro para el agua de la pila de recolección.

2.2.4 Proporcionar los resultados obtenidos a las autoridades de la Alcaldía y a líderes comunales de las comunidades en el municipio de Sensuntepeque.

III. MARCO TEORICO

3.0 MARCO TEORICO

3.1 MONOGRAFIA DE SENSUNTEPEQUE

3.1.1 Ubicación Geográfica

El municipio de Sensuntepeque esta limitado al Norte por Cancasque, San Antonio de la Cruz y Nombre de Jesús (todos del Dpto. de Chalatenango), Victoria y la Republica de Honduras; al Este por la Republica de Honduras y Dolores; al Sur por Dolores, Santa Clara (Dpto. de San Vicente), Guacotecti, San Isidro e Ilobasco; al Oeste por Guacotecti, San Isidro, Ilobasco, Jutiapa y Nombre de Jesús (Dpto. de Chalatenango). Posee una población de 46,500 habitantes, según datos proporcionados por la alcaldía; y la Unidad de salud reporta que la población es de 35,710 habitantes. Su gente se dedica a la agricultura, ganadería, comercio, negocios propios en la localidad y una parte de la población vive de remesas familiares. ⁽⁵⁾

3.1.2 Hidrografía.

Riegan el municipio los ríos: Lempa, Copinolapa, Guamulepa, Guayquiquira, Caicique, Santa Cruz, El Limón, Titihuapa, El Jicaró, Las Vueltas, Cuyantepeque, Los Tercios, de los Pueblos, Sambo, Huiscoyol, Las Vegas, Gualpuca, Grande, Mandingas, El Quemado, Piedras Blancas, Los Yugos, El Jicarillo, Paso de la Yegua, Izcatlal, Palo Blanco, El Cimarrón, El Resbaladero, El Carrizal, La Iguana y El Pepeto, entre los principales. ⁽⁵⁾

3.1.3 Clima y Vegetación.

El clima es calido, pertenece al tipo de tierra caliente. El monto pluvial anual oscila entre 1800 y 2000 mm.

La flora constituye bosque húmedo subtropical. Entre las especies arbóreas mas notables tenemos: papaturro, conacaste, morro, chaparro, nance, roble, teca, mango, jocote, caoba, carrito, maquilishuat, guachipilín, cedro, laurel, copinol, paraíso, ojushte y eucalipto. (5)

3.1.4 Dimensiones.

Area Rural: 304.33 Kms². Aproximadamente.

Area Urbana: 2.0 Kms². Aproximadamente. (5)

3.2 GENERALIDADES DEL AGUA

El agua es un liquido incoloro, inodoro e insípido, químicamente está conformada por una molécula de oxígeno y dos moléculas de hidrógeno. Su presión atmosférica normal es de 760 mm de Hg, el punto de congelación de 0°C, su punto de ebullición es de 100°C y alcanza su densidad máxima a una temperatura de 4° C .

El agua se encuentra sobre la tierra, más del 75% se haya en estado sólido, en los glaciales. El resto aproximadamente un 22% permanece bajo la superficie terrestre (aguas subterráneas) y solo el 3% pertenece a ríos, lagos y demás aguas superficiales. El agua es una de los agentes ionizantes mas conocidos puesto que todas las sustancias son de alguna manera soluble en ella, se le conoce frecuentemente como el disolvente universal, se combina con ciertas sales para formar hidratos, reacciona con los óxidos de los

metales formando ácidos y actúa como catalizador en muchas reacciones químicas importantes. El agua como parte del ambiente humano se encuentra en cuatro formas principales:

- _ Depósitos subterráneos.
- _ Masas superficiales de agua dulce.
- _ El mar y como vapor en la atmósfera. (13)

3.3 CALIDAD DEL AGUA Y AGENTES CONTAMINANTES.

La contaminación del agua: es el grado de impurificación, que puede originar efectos adversos a la salud de un número representativo de personas durante períodos previsible de tiempo.

Se considera que el agua está contaminada, cuando ya no puede utilizarse para el uso indicado, en su estado natural o cuando se ven alteradas sus propiedades químicas, físicas, biológicas y/o su composición. En líneas generales, el agua está contaminada cuando pierde su potabilidad para consumo diario o para su utilización en actividades domésticas, industriales o agrícolas.

La provisión de agua dulce está disminuyendo a nivel mundial, 1,200 millones de habitantes no tienen acceso a una fuente de agua potable segura. Enfermedades por aguas contaminadas matan más de 4 millones de niños al año y 20% de todas las especies acuáticas de agua fresca están en peligro de desaparecer (7). Entre los factores o agentes que causan la contaminación del agua tenemos:

- _ Agentes patógenos.
- _ Desechos que requieren oxígeno.
- _ Sustancias químicas orgánicas e inorgánicas.
- _ Nutrientes vegetales que ocasionan crecimiento excesivo de plantas acuáticas.
- _ Sedimentos o material suspendido.
- _ Sustancias radioactivas. (7) (13)

3.4 DEFINICION DE MANANTIAL Y SUS GENERALIDADES.

Manantial: es un flujo natural que surge del interior de la tierra desde un solo punto o por un área pequeña o restringida, pueden aparecer en tierra firme o ir a dar a cursos de agua, laguna o lagos.

Su localización esta en relación con la naturaleza de las rocas, la disposición de estratos permeables e impermeables y el perfil del relieve, ya que un manantial tiene lugar donde un nivel freático se corta con la superficie.

El caudal de los manantiales depende de la estación del año y del volumen de las precipitaciones.

Según las normas internacionales para el agua potable, en los abastecimientos de pequeñas comunidades tales como pozos individuales o manantiales debería ser posible reducir el recuento de organismos coliformes a menos de 1.1 NMP/ 100ml. si no puede conseguirse esta reducción el agua no deberá utilizarse para beber. (10)

Los manantiales pueden ser permanentes o intermitentes, y tener origen atmosférico (agua de lluvia que se filtra en la tierra y surge en otro lugar a

menor altitud), o tener un origen ígneo dando lugar a manantiales de agua caliente o aguas termales, calentadas por contacto con rocas ígneas.

Los manantiales de filtración se secan a menudo en períodos secos o de escasas precipitaciones, sin embargo otros tienen un caudal copioso y constante que proporciona un importante suministro de agua local.

En conclusión la composición del agua de los manantiales varía según la naturaleza del suelo o la roca de su lecho. (9) (12)

3.5 PRINCIPALES FUENTES NATURALES

Se entiende por fuente de abastecimiento natural de agua aquel punto o fase del ciclo natural del cual se desvía o aparta el agua temporalmente, para ser utilizada, regresando finalmente a la naturaleza, esta puede o no volver a su fuente natural original, lo cual depende en la forma en que se dispongan de las aguas de desperdicio.

Las principales fuentes de aguas las conforman:

Ríos, lagos, pozos y manantiales. (7)

3.5.1 Agua de río

Se define como masa de agua en movimiento encausada a un afluente y también como corriente de agua de grandes dimensiones que sirven de canal natural de drenaje en una cuenca de drenaje. (6)

3.5.2 Agua de pozo

Se define como agua que brota superficialmente y son el resultado de perforar en el suelo hasta encontrar un afluente. (6)

3.5.3 Agua de lago

Un lago es un cuerpo de agua dulce o salada, más o menos extensa, sin conexión con el mar. El aporte de agua a los lagos viene de los ríos y el afloramiento de aguas freáticas.

Los lagos más grandes se forman aprovechando depresiones creadas por fallas. Otros se forman por la obstrucción de valles debido a avalanchas en sus laderas. También se pueden formar lagos artificialmente por la construcción de una presa. (13)

3.5.4 Agua de manantial

Un manantial es un flujo natural que surge del interior de la tierra desde un solo punto o por un área pequeña o restringida, pueden aparecer en tierra firme o en cursos de agua como ríos, laguna o lago. (9)

3.6 FUNCIONES BIOLÓGICAS DEL AGUA

El agua es el componente principal de la materia viva constituye del 50% al 90% de la masa de los organismos vivos. Es esencial para todos los tipos de vida y sus funciones biológicas se pueden dividir en cuatro aspectos:

- Es un excelente disolvente, especialmente de las sustancias iónicas y de los compuestos polares. Incluso muchas moléculas orgánicas no solubles como los lípidos y un buen número de proteínas que forman en el agua dispersiones coloidales, con importantes propiedades biológicas,
- Interviene en reacciones propias del funcionamiento del organismo de los seres vivos como la hidrólisis, hidratación, oxido-reducción entre otras.
- Constituye un excelente regulador una propiedad que permite el mantenimiento de la vida de los organismos, en una amplia gama de ambientes térmicos.
- Interviene, en las plantas, en el mantenimiento de la estructura y la forma de las células y de los organismos. (13)

3.7 DEFINICION DE AGUA CONTAMINADA Y SUS PRINCIPALES CONTAMINANTES.

Agua contaminada: es el agua a la que se le incorporaron materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales o de otros tipos, o aguas residuales.

Estas materias deterioran la calidad del agua volviéndola no apta para el consumo humano o uso domestico.

Los principales contaminantes del agua son:

- Agentes patógenos: bacterias, virus, protozoarios, y parásitos que entran al agua proveniente de desechos orgánicos (como por ejemplo las heces animales y humanas)
- Desechos que requieren de oxígeno: Los desechos orgánicos pueden ser descompuestos por bacterias que usan oxígeno para biodegradarlos. Si hay poblaciones grandes de estas bacterias, pueden agotar el oxígeno del agua, matando así las formas de vida acuáticas.
- Sustancias químicas orgánicas: Petróleo, plásticos, plaguicidas y detergentes que amenazan la vida.
- Sedimentos o materia suspendida: Partículas insolubles de suelo que enturbian el agua, y que son la mayor fuente de contaminación.
- Sustancias radioactivas que pueden causar defectos congénitos y cáncer.
- Calor: Ingresos de agua caliente disminuyen el contenido de oxígeno y hace a los organismos acuáticos muy vulnerables. (7)

3.8 ENFERMEDADES QUE SE TRANSMITEN POR MEDIO DEL AGUA.

La ingestión de agua directamente ó en alimentos, el contacto con ella durante el baño ó el lavado de ropa y el hecho de habitar en sus cercanías pueden afectar la salud humana.

Las enfermedades transmitidas por medio del agua Contaminada pueden originarse por aguas estancadas en la que existan criaderos de insectos, consumir agua contaminada, y por el uso inadecuado del agua. La

contaminación derivada de agentes biológicos que pueden afectar al hombre después de ingerir agua o de entrar en contacto con ella, representa un riesgo muy importante para la salud. Los principales agentes biológicos transmitidos por el agua pueden agruparse en las siguientes categorías: Bacterias patógenas, virus y parásitos. La contaminación del agua por bacterias patógenas virus y parásitos puede atribuirse a la contaminación de la propia fuente o durante su transporte desde la fuente hasta el consumidor.

(7)

3.9 METODOS DE PURIFICACION DE AGUA

3.9.1 Purificación de Agua por Sedimentación

La sedimentación consiste en dejar el agua de un contenedor en reposo, para que los sólidos que posee se separen y se dirijan al fondo. La mayor parte de las técnicas de sedimentación se fundamentan en la acción de la gravedad. La sedimentación puede ser simple o secundaria.

La sedimentación simple se emplea para eliminar los sólidos más pesados sin necesidad de otro tratamiento especial; mientras mayor sea el tiempo de reposo mayor será el asentamiento y consecuentemente la turbidez será menor, haciendo agua más transparente.

El reposo natural prolongado también ayuda a mejorar la calidad del agua ya que existe acción directa del aire y de los rayos solares, lo cual mejora el sabor y elimina algunas sustancias nocivas del agua.

La sedimentación secundaria ocurre cuando se aplica un coagulante para producir el asiente de la materia sólida contenida en el agua. (10) (13)

3.9.2 Purificación de Agua por Filtración

La filtración es el proceso de separar un sólido del líquido en el que está suspendido al hacerlos pasar de un medio poroso (filtro) que retiene el sólido y por el cual el líquido puede pasar fácilmente.

Se emplea para obtener una mayor clarificación, generalmente se aplica después de la sedimentación para eliminar las sustancias que no salieron del agua durante su decantación. (13)

3.9.3 Purificación de Agua por Rayos Ultravioleta

La desinfección o purificación por rayos ultravioleta usa la luz como fuente encerrada en un estuche protector, montado de manera que, cuando pasa el flujo de agua a través del estuche, los rayos ultravioleta son emitidos y absorbidos dentro del compartimiento. Cuando la energía ultravioleta es absorbida por el mecanismo reproductor de las bacterias y virus, el material genético (ADN/ARN) es modificado, de manera que no puede reproducirse. Los microorganismos se consideran muertos y el riesgo de contraer una enfermedad, es eliminado. (13)

3.9.4 Purificación de Agua Por Desinfección

Se refiere a la destrucción de los microorganismos patógenos del agua ya que su desarrollo es perjudicial para la salud. Se puede realizar por medio de ebullición que consiste en hervir el agua durante un minuto y para mejorarle el sabor se pasa de un envase a otros varias veces, proceso conocido como aireación, después se deja reposar por varias horas y se le

agrega una pizca de sal por cada litro de agua. Cuando no se puede hervir el agua se puede hacer por medio de un tratamiento químico comúnmente con cloro o yodo. (10)

3.9.5 Purificación de Agua por Cloración

Cloración es el procedimiento para desinfectar el agua utilizando el cloro o alguno de sus derivados, como el hipoclorito de sodio o de calcio. Para obtener una desinfección adecuada, el cloro deberá estar en contacto con el agua por lo menos durante veinte minutos; transcurrido ese tiempo podrá considerarse el agua como sanitariamente segura. Para desinfectar el agua para consumo humano generalmente se utiliza hipoclorito de sodio al 5.1%. Se agrega una gota por cada litro a desinfectar.

El cloro sigue siendo el desinfectante más empleado comúnmente en abastecimientos públicos de agua por sus propiedades germicidas, costos relativamente bajos y facilidad de aplicación. (10)

3.9.6 Purificación de Agua por Ozono

Es el desinfectante más potente que se conoce el único que responde realmente ante los casos difíciles (presencia de amebas, etc.). No imparte ni sabor ni olor al agua. La inversión inicial de una instalación para tratamiento por ozono es superior a la de cloración pero posee la ventaja que no deja ningún residuo. (13)

3.10 CALIDAD MICROBIOLOGICA DEL AGUA

El análisis microbiológico del agua es de mucha importancia ya que determina la calidad sanitaria que posee para los distintos usos a que es destinada.

El agua puede contener muchos tipos de bacterias sapofritas que arrastra el suelo, también puede contener parásitos que se descargan en el agua con los desperdicios de la vida animal, además de virus, algas, y hongos. (11)

3.11 MICROORGANISMOS INDICADORES

El análisis del agua se realiza a través de indicadores microbiológicos de contaminación.

Para que un microorganismo sea considerado como indicador microbiológico debe reunir ciertas condiciones que son:

- Deben estar universalmente presentes en gran número en las heces humanas y animales de sangre caliente.
- Tener una supervivencia en el agua superior a los organismos patógenos.
- No deben desarrollarse en el agua en condiciones naturales.
- Fáciles de aislar, identificar y contar. (1)

6.11.1. Indicadores de Contaminación Microbiológica.

- Grupo Coliformes Totales:

Todos los animales de sangre caliente albergan en su tracto intestinal bacterias, a todos los miembros de este grupo específico se les conoce como bacteria coliformes.

Se denominan organismos coliformes a las bacterias Gram negativas en forma de bastoncillos, no esporulados, aerobios y anaerobios facultativos que fermentan la lactosa a una temperatura de 35°C ó 37°C con producción de ácido, gas y aldehído. Dentro de 24 a 48 horas, son citocromo-oxidasa negativa.

Pertenece a este genero: ***Escherichia coli***, ***Citrobacter***, ***Enterobacter***, y ***Klebsiella***.⁽¹⁾⁽⁴⁾

- Grupo de Coliformes Fecales:

Son un subgrupo de las bacterias coliformes totales y tienen las mismas propiedades, excepto que toleran y crecen a una temperatura mayor; 44-44.5°C y producen indol a partir del triptofano. La especie de mayor importancia de este grupo es la ***Escherichia coli***.⁽⁴⁾

- ***Escherichia coli***

Para el método de tubos múltiples ***Escherichia coli*** se define como bacilo Gram negativo, no formadores de esporas que fermentan la lactosa con producción de gas, y que poseen la enzima B-D-

GLUCORONIDASA y es capaz de romper el sustrato fluorógeno con MUG con producción de fluorescencia. (6)

- **Bacterias Heterótrofas**

Son un grupo de bacterias cuyos requerimientos nutricionales exigen la ingestión de compuestos orgánicos para crecer.

A este grupo pertenecen todas las que producen enfermedades al hombre, animales y plantas, así como la gran mayoría de la población microbiana del ambiente inmediato que nos rodea. Algunas bacterias pertenecientes a este grupo son: ***Salmonella typhi*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli***. (8) (14)

3.12 METODOS DE ANALISIS

Se han desarrollado dos métodos para la detección de bacterias indicadoras en el agua:

- a) **Método de los Tubos Múltiples**, en este método se añaden diferentes cantidades de agua a tubos que contienen un medio de cultivo adecuado. Las bacterias presentes en el agua se reproducen y, a partir del número de tubos inoculados y del número de los tubos con reacción positiva, puede determinarse estadísticamente el número más probable NMP (ver anexo N° 3) de bacterias presentes en la muestra original de agua. (10)
- b) **Método de Filtración por Membrana**, el método consiste en filtrar a vacío una determinada cantidad de agua (100 mL) sobre una membrana filtrante estéril depositada con la cuadrícula hacia arriba. Una vez filtrada el agua, se retira la membrana y se deposita con pinzas estériles sobre una placa Petri con medio P.C.A., se incuba a 37° C por

24 a 48 horas. Tras la incubación se realiza un recuento de las colonias aparecidas, expresándose el resultado en U.F.C. en 100 mL. (11).

Para la realización de esta investigación se empleara como método de análisis el de tubos múltiples ya que es mas adecuado para aguas no tratadas, en cambio el método de filtración por membrana no es muy adecuado para aguas turbias ni muy contaminadas pudiendo ocasionar obstrucción de los poros del filtro.

Los resultados serán comparados con los valores máximos admisibles para calidad microbiológica de la Norma Salvadoreña para el Agua potable N° 13.07.01.04 (Ver Anexo N° 2).

IV. DISEÑO METODOLOGICO

4.0. DISEÑO METODOLOGICO

4.1 TIPO DE ESTUDIO

- _ Longitudinal porque estudia el problema a lo largo de un periodo de tiempo dividiéndose este en dos estaciones: seca y lluviosa.
- _ Experimental ya que se realizaron determinaciones microbiológicas del agua del manantial y de la Pila de recolección utilizando métodos establecidos por libros oficiales (APHA).

4.2 INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA

La investigación bibliográfica se realizó en las bibliotecas de las Facultades de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, Facultad de Química y Farmacia de la Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer, Facultad de Química y Farmacia de la Universidad Nueva San Salvador, biblioteca de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), Internet, catastro de la alcaldía del municipio de Sensuntepeque.

4.3 INVESTIGACION DE CAMPO

4.3.1 Reunión con representantes de la alcaldía del municipio de Sensuntepeque en la cual se plantearon los objetivos de la investigación para obtener el apoyo logístico.

4.3.2 Se visitó el manantial El Paterno para ubicar y seleccionar los puntos de muestreo. Después de determinar el número de

muestra se realizaron tres visitas en época seca y tres en época lluviosa, para recolectar muestras. (Ver anexo N° 4)

4.3.3. Se visitó la Unidad de salud de Ilobasco para recolectar datos estadísticos de las principales enfermedades prevalentes en Sensuntepeque para determinar la morbilidad de los pobladores de la zona (Ver anexo N° 9 y N° 10).

4.4 UNIVERSO Y MUESTRA

Universo: Fuentes de agua que abastecen a las comunidades del municipio de Sensuntepeque

Muestra : Agua del Manantial El Paterno y su pila de recolección.

4.4.1 METODO ESTADISTICO PARA LA DETERMINACION DEL NUMERO DE MUESTRAS.

Se utilizó el método: proporciones para determinar la proporción poblacional de una población conocida (2)

Formula:

$$n = \frac{Z^2 P Q}{(N-1)E^2 + Z^2 P Q}$$

Donde:

Z= valor crítico de z para un determinado coeficiente de confianza

P= proporción poblacional de un determinado evento.

Q= Proporción poblacional de que no ocurra el evento, (1 - p).

N= Tamaño de la población.

E= error muestral.

Determinación de la proporción poblacional:

Se tiene un estimado de la población de 1,000 habitantes y a fin de determinar una proporción de la población que se abastece del manantial se tomó una muestra de 950 habitantes, obteniendo así:

$$p = \frac{950}{1000} = 0.95$$

Donde 0.95 representa la proporción de habitantes que se abastecen del manantial.

Coefficiente de confianza:

93%, probabilidad con que se estableció la estimación, para obtener una alta probabilidad de que el número de muestras obtenidas sean representativas de la población a beneficiar.

El valor de z para el coeficiente del 93% es 1.82 (ver tabla de áreas bajo la curva normal anexo N° 8).

Error muestral:

Los resultados obtenidos en las muestras no exceden del 1.1NMP/100ml (valor máximo admisible especificado por la norma salvadoreña para el agua potable para determinación de coliformes totales y fecales) nos basamos en este valor para estimar el error muestral tomando un valor inferior a este quedando así, E= 0.1 ó 10%.

Luego: Z=1.82 N=1,000

P=0.95 E=0.1

$$Q=0.05$$

$$n = \frac{(1.82)^2 (0.95) (0.05) (1000)}{(1000-1) (0.1)^2 + (1.82)^2 (0.95) (0.05)}$$

$$n = \frac{157.339}{10.147} = 15.50 \approx 16 \text{ muestras}$$

$$n = 16 \text{ muestras}$$

4.4.2 CALCULO PARA DETERMINAR LA CANTIDAD DE CLORO NECESARIA PARA POTABILIZAR EL AGUA DE LA PILA

La pila tiene las siguientes dimensiones: 8.0m de largo, 1.2m de alto y 1.0m de ancho.

$$8.0 \text{ m} \times 1.2 \text{ m} \times 1.0 \text{ m} = \mathbf{9.6 \text{ m}^3}.$$

Sabemos que $1\text{m}^3 = 1,000,000 \text{ cm}^3$ y para esto calculamos cuantos cm^3 tiene la pila de captación:

$$1\text{m}^3 \text{ ----- } 1,000,000 \text{ cm}^3$$

$$9.6\text{m}^3 \text{ ---- } x$$

$$x = \mathbf{9,600,000 \text{ cm}^3}$$

Pero sabemos que 1cm^3 equivale a 1 mL, tenemos que la capacidad de la pila es de 9,600,000 mL, pero $1000\text{mL} = 1\text{L}$; de esto podemos decir que la capacidad en litros de la pila es:

$$1\text{L} \text{ ----- } 1000 \text{ mL}$$

$$X \text{ ----- } 9,600,000 \text{ mL}$$

$$x = \mathbf{9,600 \text{ L.}}$$

Para obtener una buena cloración del agua se recomienda agregar una gota de cloro por litro de agua, y sabemos que 20 gotas equivalen aproximadamente a 1 mL, entonces tenemos:

1mL de cloro ----- 20 L de agua

X ----- 9,600 L de agua (capacidad de la pila)

X = **480 mL** o **0.48 L** de cloro necesarios para clorar el agua de la pila.

4.4.3 MUESTREO:

La recolección de la muestra se dividió en dos etapas:

4.4.3.1 Época seca: que comprendió de Abril - Mayo de 2007

Muestras de agua del Manantial (2).

Muestras de agua de la Pila (sin tratamiento) (2).

Muestras de agua de la Pila de Recolección 20 minutos después de aplicar 480mL de cloro líquido (2).

Muestra de agua un mes después de aplicado el cloro a la pila de recolección (2).

4.4.3.2. Época lluviosa: que comprende de Julio - Agosto de 2007

Muestras de agua del Manantial (2).

Muestras de agua de la Pila (sin tratamiento) (2).

Muestras de agua de la Pila de Recolección 20 minutos después de aplicar 480mL de cloro líquido (2).

Muestra de agua un mes después de aplicado el cloro a la pila de recolección (2).

4.4.4 LIMPIEZA Y SANITIZACION DE LA PILA DE RECOLECCION

1. Se vació la pila.



Figura N° 1: Pila de recolección.

2. Se retiraron desecho y basura del interior.
3. Se limpiaron las paredes de la pila con mascón y detergente.
para eliminar las algas presentes.



Figura N° 2: Aplicación del detergente con mascón

4. Se enjuago con suficiente agua.
5. Se aplico lejía con una esponja sobre las paredes y el fondo de la pila logrando una completa sanitización y al mismo tiempo evitar la proliferación de zancudos.



Figura N° 3: Desinfección con lejía.

6. Finalmente se lleno la pila.

4.4.5 APLICACION DE CLORO AL AGUA DE LA PILA DE RECOLECCION

Tomando en cuenta las dimensiones de la pila (ancho, largo y profundidad) se agregó cloro a razón de 1 gota/Litro de agua y de acuerdo a los cálculos realizados la cantidad necesaria para clorar la pila con capacidad de 9600L es de 480 ml de cloro líquido.



Figura N° 4: Cloro líquido utilizado en el tratamiento.

4.4.6 RECOLECCION DE MUESTRAS

Para la recolección de la muestra se utilizaron frascos plásticos estériles de 500ml, para aguas sin tratar, y para aguas tratadas a los frascos se les agregó 0.1 ml. de tiosulfato de sodio para inhibir al cloro.

Para la toma de muestras se utilizaron guantes, gorro, mascarilla y gabacha. Las muestras se rotularon e identificaron con una viñeta donde se especificaba la fecha, lugar y hora de recolección finalmente se trasladaron al laboratorio en una hielera. (1)

4.4.7 METODO DE RECOLECCION DE MUESTRAS

Las muestras se recolectaron del centro de la pila y del Manantial con la ayuda de una pesa de hierro estéril sujeta con un cordel en la boca del frasco.



Figura N°5: Frasco para la toma de muestras de agua.

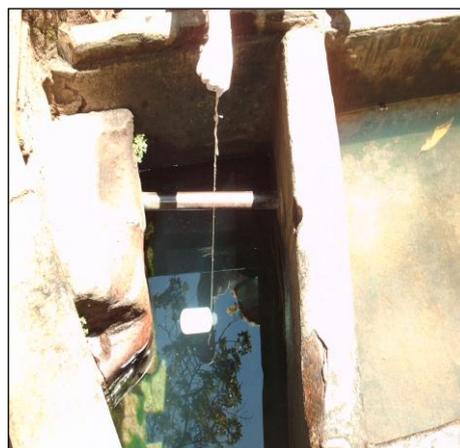


Figura N° 6: Toma de muestra de agua del Manantial.

4.5 ANALISIS BACTERIOLOGICO DEL AGUA

METODO DE LOS TUBOS MULTIPLES

Determinación de Coliformes Totales

Método de los tubos múltiples:

1. Se adiciono 10 ml de agua en cada uno de 5 tubos con 10 ml de caldo LMX de doble concentración.
2. Se coloco 1.0 ml de agua en cada uno de 5 tubos con 10 ml de caldo LMX de concentración simple.
3. Después se coloco 0.1 ml de agua en cada uno de 5 tubos con 10 ml de caldo LMX de concentración simple.
4. Luego se agito cada uno de los tubos e incubo la gradilla conteniendo los 15 tubos de 35° a 37°C durante 24 – 48 horas.
5. Al finalizar el período de incubación se procedió a la lectura.

La presencia de Coliformes totales se determino por una coloración azul verdosa, en medio de cultivo (1).



Figura N° 7: Tubos con reacción positiva para Coliformes totales

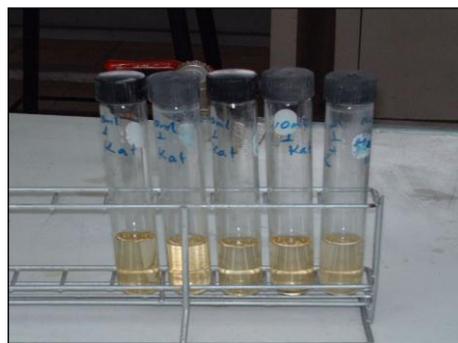


Figura N° 8: Tubos conteniendo muestras de agua tratada con reacción Negativa

Determinación de Coliformes Fecales.

De los tubos con reacción positiva de coliformes totales:

1. Con asa estéril se transfirió tres asadas de cada tubo que contenían 10ml de caldo E.C. con campana de Durhman.
2. Se colocaron los tubos en Baño María a temperatura de 44.5°C durante 24 - 48 horas.
3. Finalizado el período de incubación se observaron los tubos, la presencia de gas en las campanas de Durhman determino la presencia de coliformes fecales en la muestra (1).

Determinación de *Escherichia coli*.

De los tubos positivos en la determinación de coliformes totales se observo con lámpara Ultra-Violeta, la fluorescencia, fue el indicativo de que existía *Escherichia coli*. Para confirmar se le agrego 0.5 ml de reactivo kovac, la formación de un anillo violeta en la interfase confirmo la presencia de *Escherichia coli*. (1)



Figura N °9: Formación del anillo violáceo.

Conteo de Bacterias Heterótrofas

Se tomó 1ml de la muestra por duplicado y se colocó en placas estériles y posteriormente se adicionaron 20ml de Agar plate count a cada placa a una temperatura de 45°C, se mezcló por la técnica del ocho y se dejó solidificar, se incubó a 37°C por 24 horas. Después de la incubación se cuantificó el número de UFC/ml y se comparó con los valores permitidos por la Norma Salvadoreña Obligatoria para el agua potable NSO 13.07.01.04 (ver anexo N° 2).

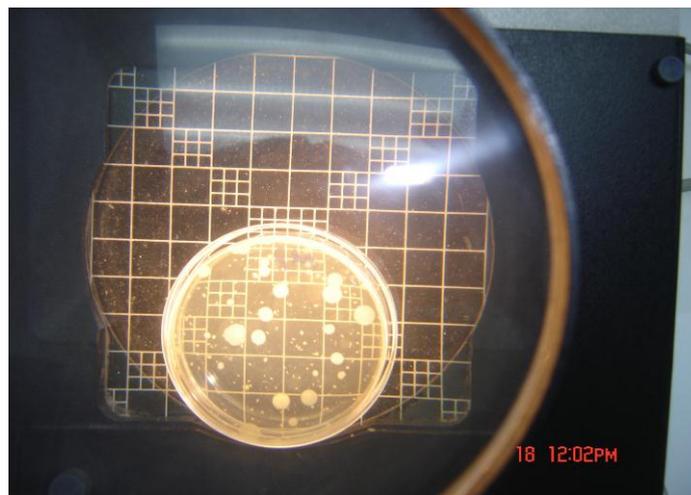


Figura N° 10: Recuento de Bacterias Heterótrofas.

V. RESULTADOS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

5.0 RESULTADOS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

La evaluación de la calidad microbiológica del agua del manantial y de la pila de recolección se realizó de la siguiente manera:

1. Se recolectaron 2 muestras de agua del manantial, y 2 muestras de agua de la Pila sin tratamiento en frascos estériles de 500 ml.
2. Luego se eliminó toda el agua de la pila, se lavó con detergente y cepillo, para eliminar la suciedad y el resto de algas presentes, se sanitizó con lejía aplicando a las paredes y el fondo con una esponja.
3. Se llenó la pila con capacidad de 9600 L, con agua del manantial y se le adicionó 480 ML de Cloro calculados tomando en cuenta la capacidad de la pila. Se dejó actuar el cloro durante 20 minutos y luego se recolectaron dos muestras de agua en frascos estériles que contenían Tiosulfato de sodio con el fin de neutralizar la acción del cloro.
4. Las muestras se colocaron en hieleras y se trasladaron al Laboratorio de microbiología de la Facultad de Química y Farmacia para su respectivo análisis, haciendo un total de 16 muestras las cuales se dividieron en 8 muestras en época seca y 8 en época lluviosa distribuidas de la siguiente forma: 2 muestras del manantial y 2 muestras de la pila de recolección sin tratamiento, 4 muestras de la pila de recolección con tratamiento, utilizando la misma metodología en época seca y lluviosa.

-Se visitó la unidad de salud de Ilobasco para obtener información de los principales datos epidemiológicos de Sensuntepeque para establecer la relación entre la morbilidad de la población y la contaminación microbiológica del manantial y la pila de recolección.

CALCULO DE PORCENTAJE DE MORBILIDAD:

El total de la población de Sensuntepeque es: 35,710 habitantes (según unidad de salud de Ilobasco. (Ver anexo N° 9)

Para el cuadro que corresponde al año del 2005 tenemos que 101 habitantes en total padecen de amebiasis y para obtener el porcentaje empleamos la siguiente formula:

$$101 / 35,710 \times 100 = 0.28\%$$

Esto quiere decir que un 0.28% de la población padeció de amebiasis en el año 2005. (Ver Anexo N° 10).

INTERPRETACIÓN DE PORCENTAJES DE MORBILIDAD

Los datos epidemiológicos del 2005 (Ver anexo N° 10) muestran un alto porcentaje de enfermedades gastrointestinales y parasitarias en la zona obteniendo que un 0.042% lo ocupan las Helmintiasis, 0.081% la Giardiasis, 0.283% la Amebiasis y 1.083% las diarreas, Gastroenteritis y Enteritis siendo estas últimas las de mayor porcentaje en el año 2005.

El año 2006 demuestra una disminución en la morbilidad con respecto al año 2005 encontrando que un 0.036% para Giardiasis y Helmintiasis 0.142% Amebiasis y 0.327% diarreas, Enteritis y Gastroenteritis, pero manteniendo

siempre a las diarreas , gastroenteritis y enteritis como las enfermedades con mayor morbilidad del año.

Del mes de enero a junio 2007 se reportan altos índices de enfermedades gastrointestinales y parasitarias en primer lugar están las diarreas, gastroenteritis y enteritis (0.450%), seguidos por las enfermedades parasitarias, amebiasis (0.366%), Helmintiasis (0.028%) y Giardiasis (0.081%).

Los datos obtenidos indican que las enfermedades gastrointestinales son las de mayor prevalencia en Sensuntepeque, siendo en parte originadas por el uso y consumo de aguas no tratadas o contaminadas teniendo un efecto directo sobre la salud de los habitantes.

Se observa una significativa disminución de los índices en el año 2006 con respecto al 2005 según información proporcionada por la unidad de salud de Ilobasco. Esta disminución se debió a que en el año 2006 el SIBASI de sensuntepeque desaparece y pasa a formar parte de la unidad de salud de Ilobasco a causa de este cambio no se obtenían una información completa de los datos epidemiológicos ya que eran pocos los centros asistenciales que enviaban la información y esto no permitió obtener datos que reflejaran en ellos el total de la población atendida por los centros asistenciales.

-Los resultados obtenidos se compararon con los límites establecidos por la Norma Salvadoreña Obligatoria para el agua potable NSO 13.07.01.04 (Ver anexo N° 2) y se presentan en los siguientes cuadros y gráficos de barras.

CUADRO N° 1. RESULTADOS PROMEDIO DE MUESTRA N° 1 Y MUESTRA N° 2 DE AGUA DEL MANANTIAL EN EPOCA SECA (ver cuadro N° 15 de anexo 7).

Parámetro	Valor Promedio Encontrado	Valor Máximo Admisible	Resultado
Coliformes Totales	1600 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
Coliformes Fecales	1600 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
<i>Escherichia coli</i>	>1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
Bacterias Heterótrofas	1040 UFC/ml	< 100 UFC/ml	No Conforme

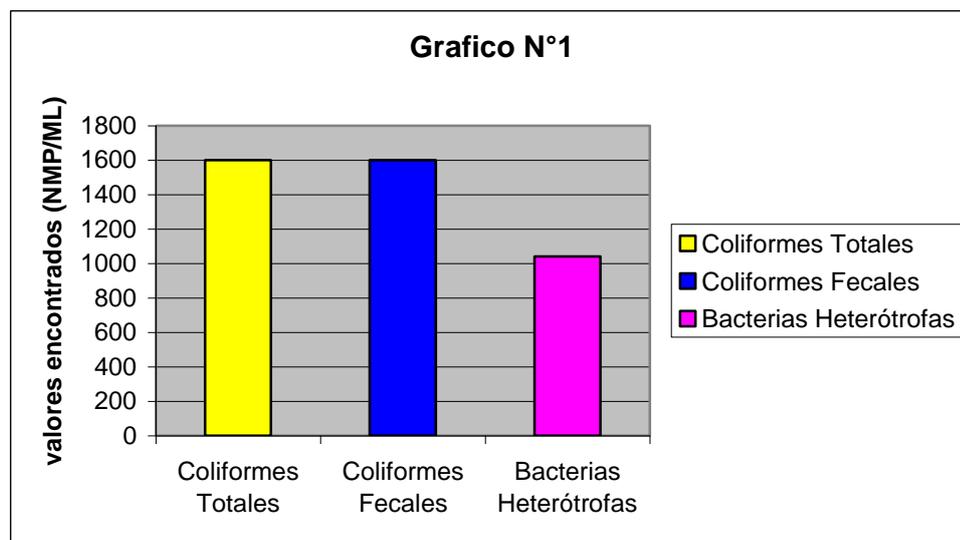


Figura N° 11. Gráfico de resultados del conteo de Coliformes Totales, Fecales y Bacterias Heterótrofas de agua del Manantial El Paterno, época seca.

Los resultados obtenidos en el análisis bacteriológico de agua demuestran que el agua del manantial en su estado natural no es apta para el consumo humano, porque los valores de las Coliformes totales, Coliformes fecales y el Conteo de las Heterótrofas esta arriba de los limites máximos admisibles por la Norma Salvadoreña obligatoria para el agua potable NSO 13.07.01.04 (ver anexo N° 2) Indicando que la principal fuente de contaminación bacteriológica del agua son los asentamientos humanos que están localizados arriba del manantial, y el ganado que pastorea en los alrededores del manantial. Por lo que Coliformes Totales y Fecales están en igual cantidad indicando que las heces que llegan a dicho manantial son de origen humana y animal.

El conteo alto de las heterótrofas indica que alrededor del manantial existe basura y maleza que esta contaminando dicha agua. Lo cual podría estar afectando la salud de los usuarios por su alta contaminación, generando enfermedades gastrointestinales y parasitarias lo cual concuerda con los datos reportados por el Centro de Salud de Ilobasco.

**CUADRO N° 2. RESULTADOS PROMEDIO DE MUESTRA N° 3 Y
MUESTRA N° 4 DE AGUA DEL MANANTIAL EN
EPOCA LLUVIOSA (ver cuadro N°16 anexo N° 7).**

Parámetro	Valor promedio Encontrado	Valor Máximo Admisible	Resultado
Coliformes Totales	1600 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
Coliformes Fecales	1600 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
<i>Escherichia coli</i>	>1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
Bacterias Heterótrofas	4675 UFC/ml	< 100 UFC/ml	No Conforme

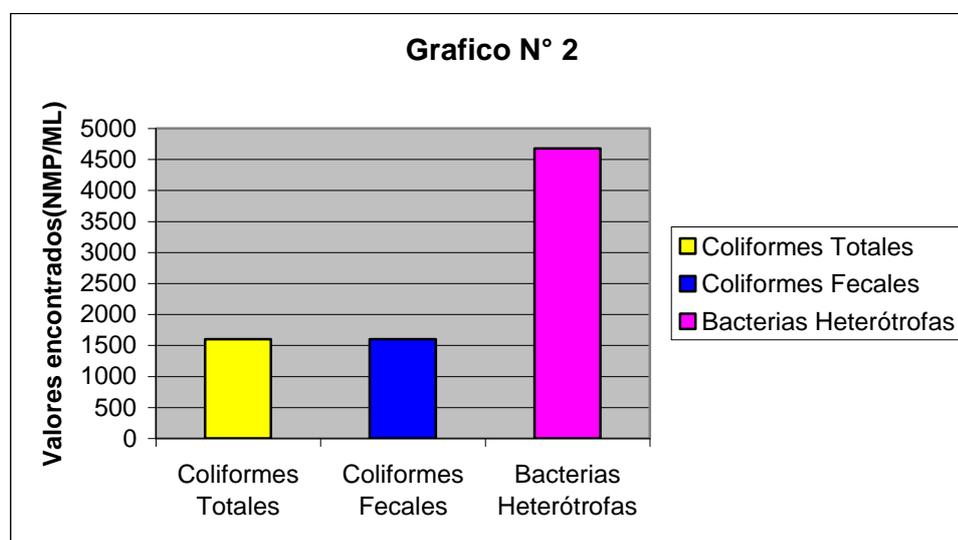


Figura N° 12. Grafica del conteo de Coliformes Totales, Fecales y Bacterias Heterótrofas del agua del Manantial en época lluviosa

Los resultados obtenidos del agua del manantial en época lluviosa muestran resultados similares que en la época seca para las coliformes totales, fecales y de la presencia de ***Escherichia coli***, sin embargo el conteo de Bacterias Heterótrofas han aumentado con respecto a la época seca y esto se debe a que el arrastre de materia orgánica y contaminantes se infiltran a los mantos freáticos aumentando su contaminación en época lluviosa, lo que podría estar influyendo en las enfermedades gastrointestinales de los usuarios del recurso.

**CUADRO N° 3. RESULTADOS PROMEDIO DE MUESTRA N° 5 Y
MUESTRA N° 6 DE AGUA DE LA PILA DE CAPTACIÓN
EN EPOCA SECA (agua sin tratamiento, ver cuadro N°
17 de anexo N° 7).**

Parámetro	Valor promedio Encontrado	Valor Máximo Admisible	Resultado
Coliformes Totales	1600 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
Coliformes Fecales	1600 NMP/ml	< 1.1NMP/ml	No Conforme
<i>Escherichia coli</i>	>1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
Bacterias Heterótrofas	6500 UFC/ml	< 100 UFC/ml	No Conforme

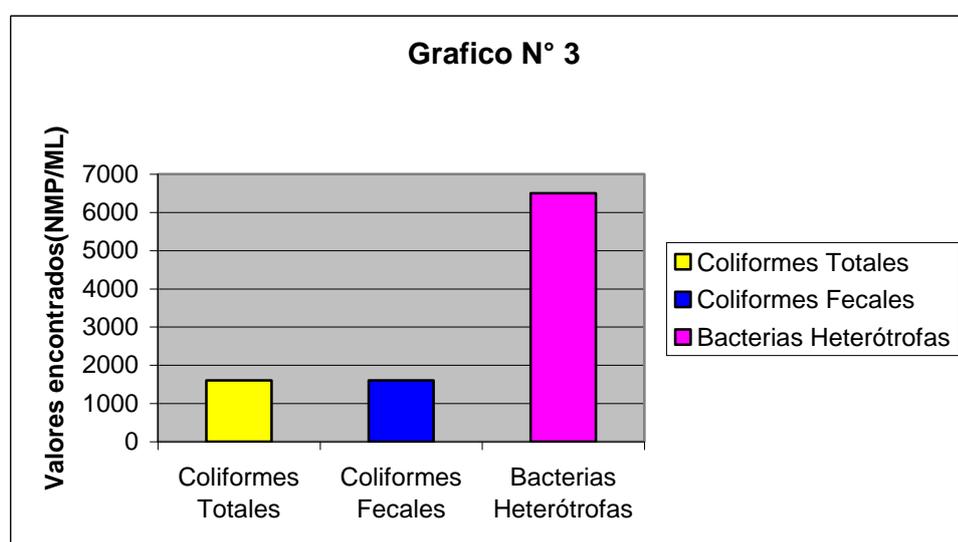


Figura N° 13. Grafica del conteo de Coliformes Totales, Fecales y Bacterias Heterótrofas de la Pila sin tratamiento, época seca.

Los resultados obtenidos en el análisis de las muestras de agua tomadas de la pila sin limpieza, sanitización y tratamiento están fuera de los límites máximos admisibles por la Norma Salvadoreña obligatoria para el agua potable (N°13.07.01.04).

Los valores altos de coliformes totales y fecales en el agua de la pila provienen del agua del manantial que esta contaminado, ya que estos valores se mantienen tanto igual para el manantial como para la pila.

Con respecto al parámetro de las bacterias Heterótrofas, es mayor que la del agua del manantial lo que indica que las condiciones de almacenamiento, sanitización y distribución del agua de la pila es ineficiente y los pobladores hacen mal uso del recurso por que lavan alrededor de la pila, se bañan y el ganado pastorea a los alrededores del área contribuyendo en la alta contaminación del agua lo que esta afectando la salud de los usuarios.

CUADRO N° 4. RESULTADOS PROMEDIO DE MUESTRA N° 7 Y MUESTRA N° 8 DEL AGUA DE LA PILA EN EPOCA LLUVIOSA (sin tratamiento ver cuadro N°18 de anexo N° 7)

Parámetro	Valor promedio Encontrado	Valor Máximo Admisible	Resultado
Coliformes Totales	1600 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
Coliformes Fecales	1600 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
<i>Escherichia coli</i>	>1.1NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
Bacterias Heterótrofas	7500 UFC/ml	< 100 UFC/ml	No Conforme

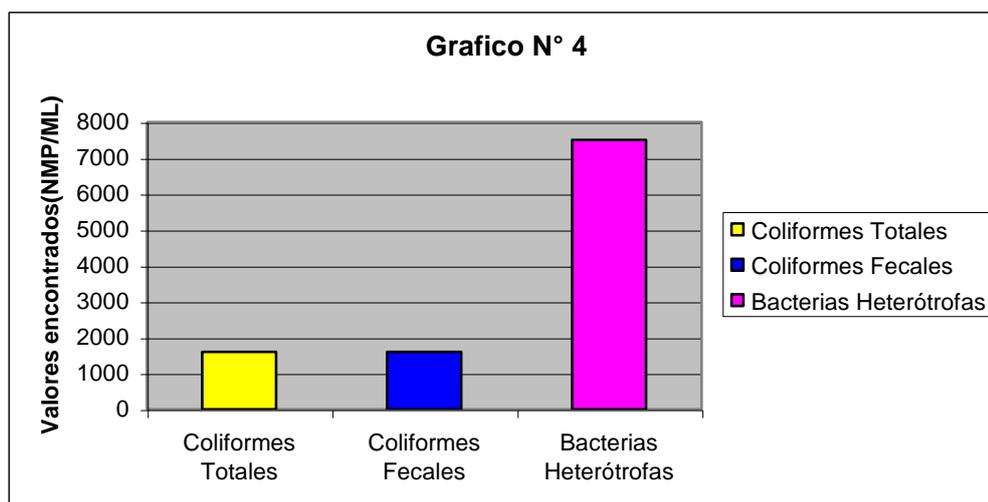


Figura N° 14. Grafico de resultados del conteo de Coliformes Totales, Fecales y Bacterias Heterótrofas de la pila sin tratamiento, época lluviosa.

Los resultados obtenidos en el análisis del agua de la Pila de recolección tanto para Coliformes totales, fecales e identificación de *Escherichia coli* son iguales a los valores registrados en la época seca lo cual indican que la contaminación del agua proviene de heces humanas y animales, que son originadas por los asentamientos humanos y la presencia de animales en los alrededores de la pila.

El conteo de bacterias Heterótrofas es mayor en la época lluviosa debido a la basura que existe a los alrededores la cual es arrastrada por las lluvias hacia la pila de recolección que no esta protegida. Además el mal uso del recurso por parte de los pobladores contribuye en la alta contaminación del agua.

CUADRO N° 5. RESULTADOS PROMEDIO DE MUESTRA N° 9 Y MUESTRA N° 10 DE AGUA DE LA PILA DE RECOLECCION DESPUES DE 20 MINUTOS DE APLICADO EL CLORO, EPOCA SECA. (Ver cuadro N° 19 de anexo N° 7)

Parámetro	Valor promedio Encontrado	Valor Máximo Admisible	Resultado
Coliformes Totales	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
Coliformes Fecales	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
<i>Escherichia coli</i>	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
Bacterias Heterótrofas	70 UFC/ml	< 100 UFC/ml	Conforme

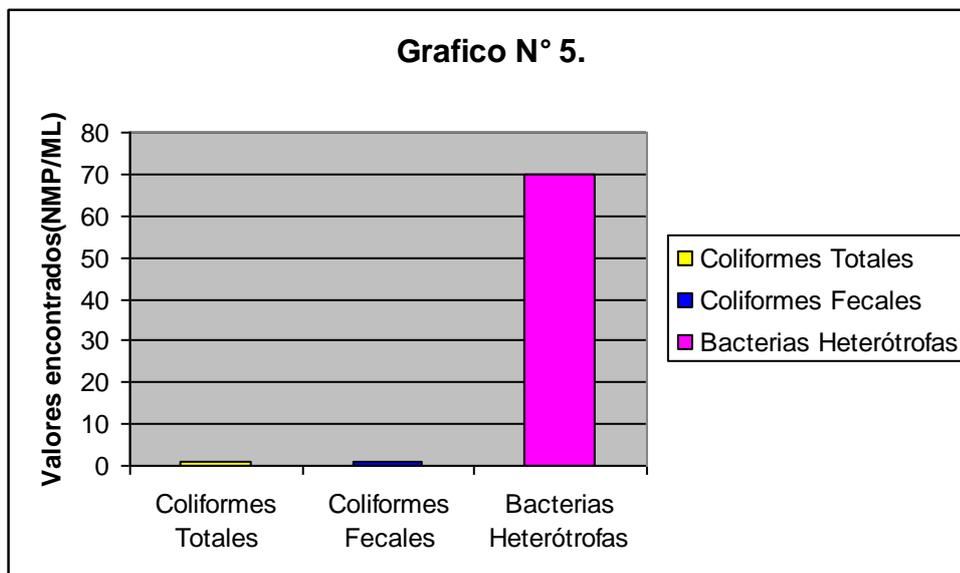


Figura N° 15. Grafico de resultados del conteo de Coliformes Totales, Fecales y Bacterias Heterótrofas a los 20 minutos de aplicado la cloración, época seca.

Los resultados obtenidos en las muestras tomadas 20 minutos después de agregar el cloro muestran que este si ejerce su acción bactericida transcurrido ese tiempo como lo indica la teoría, inhibiendo el crecimiento de coliformes totales, fecales, *Escherichia coli* y bacterias Heterótrofas, registrando valores dentro de los límites máximos admisibles por la Norma Salvadoreña obligatoria para agua potable (N°13.07.01.04). Por lo que los usuarios pueden utilizar el agua con seguridad.

CUADRO N° 6. RESULTADOS PROMEDIO DE MUESTRA N° 11 Y MUESTRA N° 12 DESPUES DE 20 MINUTOS DE APLICADO EL CLORO EPOCA LLUVIOSA. (ver cuadro N° 20 de anexo N° 7)

Parámetro	Valor promedio Encontrado	Valor Máximo Admisible	Resultado
Coliformes Totales	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
Coliformes Fecales	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
<i>Escherichia coli</i>	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
Bacterias Heterótrofas	80 UFC/ml	< 100 UFC/ml	Conforme

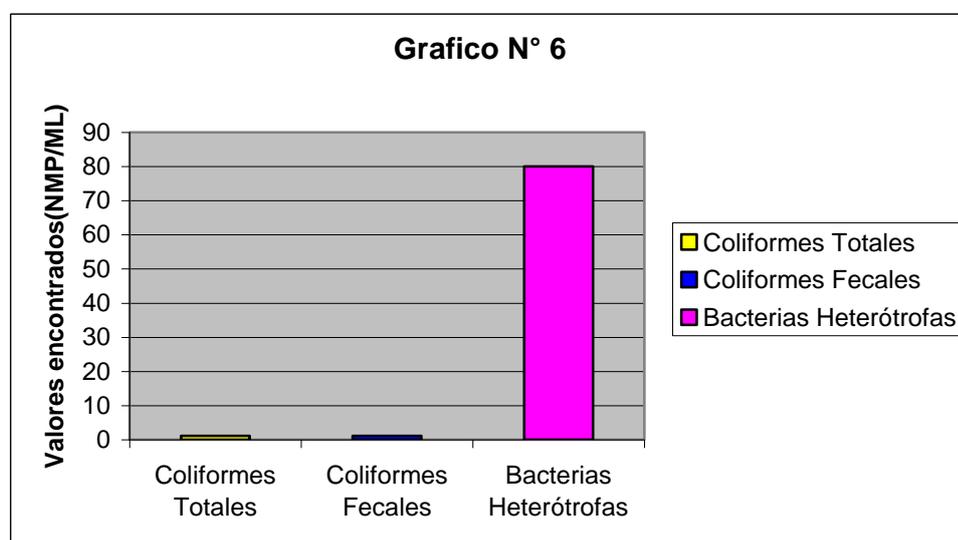


Figura N° 16. Grafico de resultados del conteo de Coliformes Totales, Fecales y Bacterias Heterótrofas 20 minutos después de aplicado el tratamiento, época lluviosa.

El tiempo de contacto del cloro con el agua a los 20 minutos inhibe el crecimiento de coliformes totales, fecales, *Escherichia coli* y heterótrofas concluyendo que este es el tiempo suficiente para que ejerza su acción bactericida manteniendo los valores dentro de los límites especificados por la Norma Salvadoreña para el agua potable (N° 13.07.01.04) y por lo tanto el agua es apta para el consumo humano.

CUADRO N° 7. RESULTADOS PROMEDIO DE MUESTRA N° 13 Y MUESTRA N° 14 DEL AGUA DE LA PILA DE RECOLECCION 1 MES DESPUES DE APLICADO EL TRATAMIENTO EPOCA SECA. (ver cuadro N° 21 de anexo N° 7).

Parámetro	Valor promedio Encontrado	Valor Máximo Admisible	Resultado
Coliformes Totales	< 1.1 NMP/mL	< 1.1 NMP/ml	Conforme
Coliformes Fecales	< 1.1 NMP/mL	< 1.1 NMP/ml	Conforme
<i>Escherichia coli</i>	< 1.1 NMP/mL	< 1.1 NMP/ml	Conforme
Bacterias Heterótrofas	85 UFC/mL	< 100 UFC/ml	Conforme

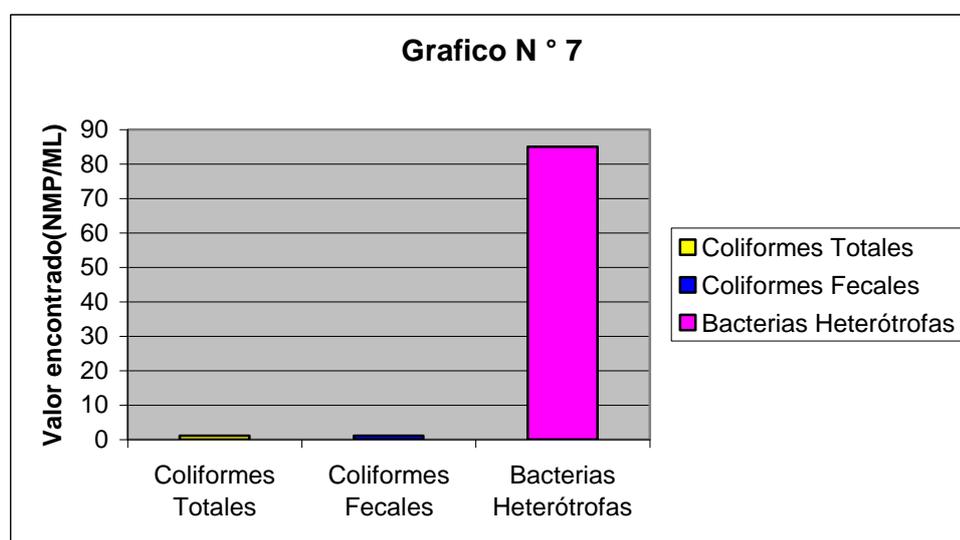


Figura N° 17. Conteo de Coliformes Totales, Fecales y Bacterias Heterótrofas 1 mes después de aplicado el tratamiento a la pila, época seca.

De acuerdo a los resultados registrados en el análisis la adición de cloro inhibe el crecimiento de coliformes fecales, totales, ***Escherichia coli*** y heterótrofas por el lapso de un mes, cumpliendo con los límites máximos permisibles establecidos por la norma salvadoreña obligatoria para el agua potable(N°13.07.01.04) por lo cual se considera apta para el consumo humano.

CUADRO N° 8. RESULTADOS PROMEDIO DE MUESTRA N° 15 Y MUESTRA N° 16 DEL AGUA DE LA PILA DE RECOLECCION 1 MES DESPUES DE APLICADO EL TRATAMIENTO EPOCA LLUVIOSA. (ver cuadro N° 22 de anexo N° 7).

Parámetro	Valor promedio Encontrado	Valor Máximo Admisible	Resultado
Coliformes Totales	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
Coliformes Fecales	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
<i>Escherichia coli</i>	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
Bacterias Heterótrofas	95 UFC/ml	< 100 UFC/ml	Conforme

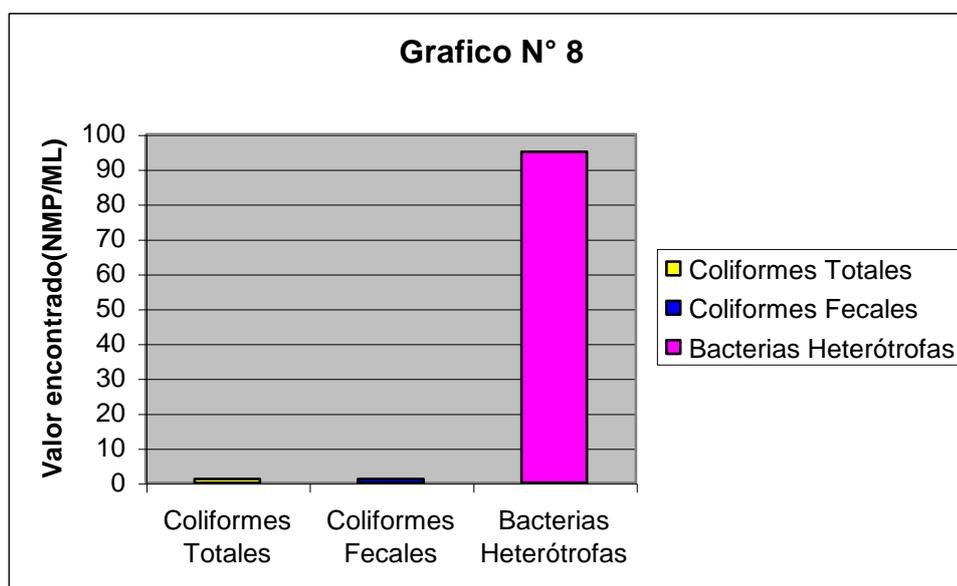


Figura N° 18. Conteo de Coliformes totales, Fecales y Bacterias Heterótrofas 1 mes después de aplicado el tratamiento ala pila, época lluviosa.

El cloro inhibe el crecimiento de coliformes fecales, totales, *Escherichia coli* y bacterias Heterótrofas hasta el lapso de un mes tal como lo muestran los resultados obtenidos. Indicando que el método de tratamiento si es eficaz Y los valores se mantienen dentro de los límites especificados por la Norma salvadoreña obligatoria para el agua potable(N°13.07.01.04).

- Se realizo un recorrido por la zona con el objetivo de identificar las fuentes de contaminación presentes a los alrededores del manantial y de la pila de recolección, encontrándose las siguientes fuentes de contaminación.



Figura N° 19: Pila de recolección.

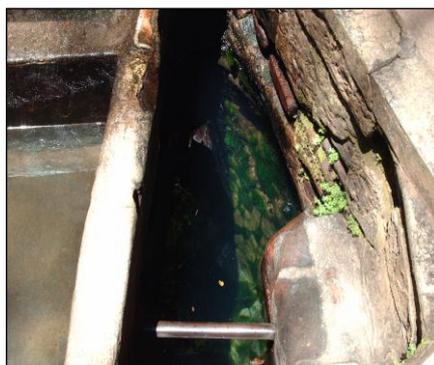


Figura N° 20: Manantial El Paterno.

- Asentamientos humanos ubicados arriba del Manantial y de la pila de recolección.



Figura N° 21: Calle de acceso al Manantial.

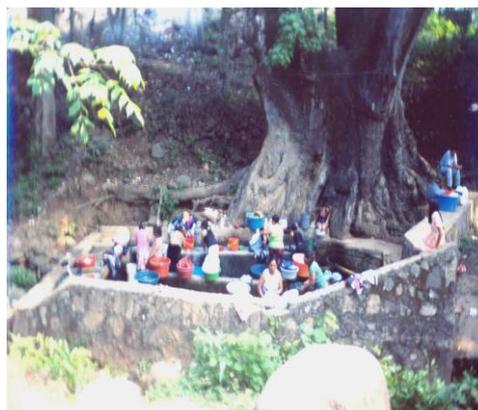


Figura N° 22. Personas Abasteciéndose del Manantial

- Animales domésticos (vacas, caballos etc.) Pastorean en las proximidades del manantial y pila dejando sus heces fecales en la zona.



Figura N° 23: Aves como esta y otros tipos de animales domésticos se encuentran a los alrededores del manantial.

- Promontorios de basura orgánica e inorgánica aledaña al Manantial y a la Pila, aguas estancadas.



Figura N° 24: Basura y aguas estancadas ubicadas a un costado del Manantial.



Figura N° 25: Maleza y aguas estancadas

Se proporcionaron los resultados obtenidos y la propuesta para el tratamiento del agua de la pila a las autoridades de la Alcaldía Municipal de Sensuntepeque quienes se comprometieron a presentarlos a los líderes comunales a fin de que implementen la propuesta (ver anexo N° 11).

VI. CONCLUSIONES

6.0. CONCLUSIONES

1. La calidad bacteriológica del agua del manantial El Paterno no cumple con los límites máximos admisibles que establece la norma salvadoreña (NSO 13.07.01.04) para el agua potable siendo esta no apta para el consumo humano.
2. La cantidad de materia orgánica e inorgánica provenientes de los asentamientos humanos, la basura y el mal uso del mismo contaminan el agua y no permiten a las rocas eliminar completamente la contaminación bacteriológica del agua alterando su estado natural.
3. El agua de la pila de recolección no presenta calidad bacteriológica ya que los resultados obtenidos en los análisis sobrepasan los límites máximos admisibles por la Norma Salvadoreña (NSO 13.07.01.04). El agua que es recolectada esta contaminada y los usuarios están contribuyendo en la alta contaminación ya que lavan y se bañan a los alrededores del manantial y la pila haciendo mal uso del recurso.
4. La contaminación bacteriológica del agua de la pila se ve inhibida al agregar 480 ml. de cloro, siendo esta la cantidad indicada para la capacidad de la pila (9600 L.) eliminando la presencia de Coliformes totales, Coliformes fecales, *Escherichia coli* y Bacterias Heterótrofas, manteniendo los valores dentro de los límites máximos permisibles

especificados por la Norma Salvadoreña para el agua potable (NSO 13.07.01.04).

5. Los factores que contaminan el agua del manantial y de la pila de recolección son: asentamientos humanos, animales domésticos lo que esta generando contaminación por heces fecales humanas y animales, además la basura de los alrededores contaminan el agua manteniendo a las Bacterias Heterótrofas elevadas, afectando la salud de los habitantes, tal como lo muestran los altos índices en la morbilidad de enfermedades gastrointestinales y parasitarias reportados por la Unidad de salud de Ilobasco.

VII. RECOMENDACIONES

7.0. RECOMENDACIONES

1. Que los líderes comunales organicen actividades para la construcción de una tapadera metálica y así proteger el agua de la pila evitando que caiga basura u otros contaminantes en el agua.
2. Que los líderes comunales formen una comisión encargada de proteger el entorno del manantial, limpieza y sanitización de la pila y que en coordinación con la Alcaldía organicen una campaña de limpieza para eliminar los promontorios de basura ubicados a los alrededores del manantial El Paterno.
3. Que la Alcaldía Municipal establezca sanciones para las personas que boten basura en el área cerca del manantial.
4. Que la Alcaldía junto con los líderes comunales prohíban el paso de ganado, caballos u otros animales domésticos en la zona del manantial a fin de evitar la contaminación por heces animales.
5. Que la Alcaldía en coordinación con la unidad de salud de la zona, y los líderes comunales realicen actividades educativas encaminadas a promover la protección de los recursos naturales y del medio ambiente a fin de lograr concientizar a la población y proteger la salud pública.

6. Que en futuras investigaciones se realicen los análisis físico-químicos al agua del manantial y a la pila de recolección.

BIBLIOGRAFIA

- 1) APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association), WPCF (Water Pollution Control Federation). 1992. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. 17ed. Madrid España. Editorial Díaz de Santos, S.A. p.9-87,9-88,9-91,992
- 2) Bonilla, G. 1992. Estadística, Métodos prácticos de inferencia Estadística. 2 ed. San Salvador El Salvador. UCA editores. P.90, 91,92.
- 3) CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología). 1998 .Norma Salvadoreña obligatoria para el agua potable (NSO. 13.07.01:99) .1ed. Si. P.5-8,27.
- 4) García, O.G, 2001, "Estudio de la contaminación del Río San Antonio de Nejapa, mediante análisis físico-químicos y microbiológicos Trabajo de graduación para optar al título de Licenciatura en Química y Farmacia, Universidad de El Salvador. P.40-43.
- 5) Guzmán, P.A.1998. Monografía del departamento de Cabañas y sus Municipios. 1ed. Instituto Geográfico Nacional. P.59-70.
- 6) Hernández, R.E, 2003. "Propuesta para la elaboración del manual de Procedimientos normalizados de análisis microbiológico en aguas para el Laboratorio de microbiología de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador. Trabajo de graduación para optar al título de Licenciatura en Química y Farmacia Universidad de El Salvador. P.112, 31-33.

- 7) Junkin F.E. 1986. Agua y Salud Humana. 1ed. México DF. Editorial Limusa, S.A. de C.V. p.24, 32,35-39.
- 8) Michael, J.P. 1982. Microbiología. 2ed. Edición en español por Mc Graw-Hill, S.A. de C.V. Impreso en México. P.90, 91.
- 9) Murillo, I.H. 2006. "Determinación de la calidad del agua física y microbiológica en el Manantial El Tembladero del Municipio de Panchimalco, Departamento de San Salvador. Trabajo de graduación para optar al Título de Licenciatura en Química y Farmacia, Universidad de El Salvador. p. 21, 25, 38,39.
- 10) OPS (Organización Panamericana de la Salud). 1988. Guías para la Calidad del Agua potable. 2 ed. Washington D.C. v.1, p. 40-43, v.2, P.10-15. v.3, p.2, 4, 28, 56, 63, 94, 97,107-112.
- 11) [http://www.ubu.es./Análisis Microbiológico del agua](http://www.ubu.es./Análisis%20Microbiológico%20del%20agua)
- 12) [http://www.scielo.org./Calidad del agua de fuentes de manantial en la zona básica de salud de Sigüenza.](http://www.scielo.org./Calidad%20del%20agua%20de%20fuentes%20de%20manantial%20en%20la%20zona%20básica%20de%20salud%20de%20Sigüenza)
- 13) [http://contaminacion-purificacion-agua.blogspot.com./Importancia, contaminación y purificación del agua; incluyendo Características, propiedades, composición, tipos, funciones y tratamiento.](http://contaminacion-purificacion-agua.blogspot.com./Importancia,%20contaminación%20y%20purificación%20del%20agua;%20incluyendo%20Características,%20propiedades,%20composición,%20tipos,%20funciones%20y%20tratamiento)
- 14) [http://www.salud.gob.mx./Método Para la Cuenta de Bacterias Aerobias en placa.](http://www.salud.gob.mx./Método%20Para%20la%20Cuenta%20de%20Bacterias%20Aerobias%20en%20placa)

ANEXO N° 1

CRISTALERIA:

- a) Pipetas Volumétrica de 0.1ml, 1.0ml, 10ml.
- b) Equipo Para la Preparación de los Medios.
- c) Tubos de Cultivo con Ampolletas en su interior (Tubos Durham)
- d) equipo general de laboratorio: matraces, erlenmeyers, cubiletes, soportes, etc.
- e) Frascos de dilución.

EQUIPO:

- a) estufa de aire caliente
- b) autoclave
- c) Incubadora
- d) Baño María
- e) medidor de pH
- f) Balanza
- g) equipo para la preparación de los medios
- h) mechero de gas
- i) Gradilla para los tubos de ensayo
- j) asa de inoculación y sujetador

ANEXO Nº 2

**Tabla Nº 9: Valores Máximos Admisibles para Calidad Microbiológica
NSO 13.07.01.04**

PARAMETRO	VALOR MAXIMO ADMISIBLE	
	TECNICA	
	TUBOS MULTIPLES	PLACA VERTIDA
Bacterias coliformes totales	<1.1 NMP/ml	
Bacterias coliformes fecales	< 1.1 NMP/ml	
<i>Escherichia Coli</i>	<1.1 NMP/ml	
Conteo de bacterias heterótrofas, aerobias y mesófilas		100 UFC/ml
Organismos patógenos	Ausencia	

ANEXO N° 3

Tabla N° 10: TABLA DE NMP

Número de tubos que dan reacción positiva				Número de tubos que dan reacción positiva			
5 de 10 MI c/u	5 de 1ml c/u	5 de 1 ml c/u	NMP	5 de 10 ml c/u	5 de 1ml c/u	5 de 0.1 ml c/u	NMP
0	0	0	2	4	2	1	26
0	0	1	2	4	3	0	27
0	1	0	2	4	3	1	33
0	2	0	4	4	4	0	34
1	0	0	2	5	0	0	23
1	0	1	4	5	0	1	31
1	1	0	4	5	0	2	43
1	1	1	6	5	1	0	33
1	2	0	6	5	1	1	46
2	0	0	5	5	1	2	63
2	0	1	7	5	2	0	49
2	1	0	7	5	2	1	70
2	1	1	9	5	2	2	94
2	2	0	9	5	3	0	79
2	3	0	12	5	3	1	109
3	0	0	8	5	3	2	141
3	0	1	11	5	3	3	175
3	1	0	11	5	4	0	130
3	1	1	14	5	4	1	172
3	2	0	14	5	4	2	221
3	2	1	17	5	4	3	278
3	3	0	17	5	4	4	345
4	0	0	13	5	5	0	240
4	0	1	17	5	5	1	348
4	1	0	17	5	5	2	542
4	1	1	21	5	5	3	918
4	1	2	26	5	5	4	1600
4	2	0	22	5	5	5	≥2400

NMP para diversas combinaciones de resultados positivos y negativos cuando se utilizan 5 porciones de 10mL, 5 porciones de 1 mL, y 5 porciones de 0.1 mL.

ANEXO N ° 4

VISITA AL MANANTIAL PARA SELECCIONAR LOS PUNTOS DE MUESTREO



Figura N° 26: Visita al manantial El Paterno



Figura N° 27: Primer punto de Muestreo centro del Manantial



Figura N° 28: Segundo punto de muestreo centro de la pila de recolección

ANEXO N° 5

DIAGRAMA DE UBICACION DEL MANANTIAL

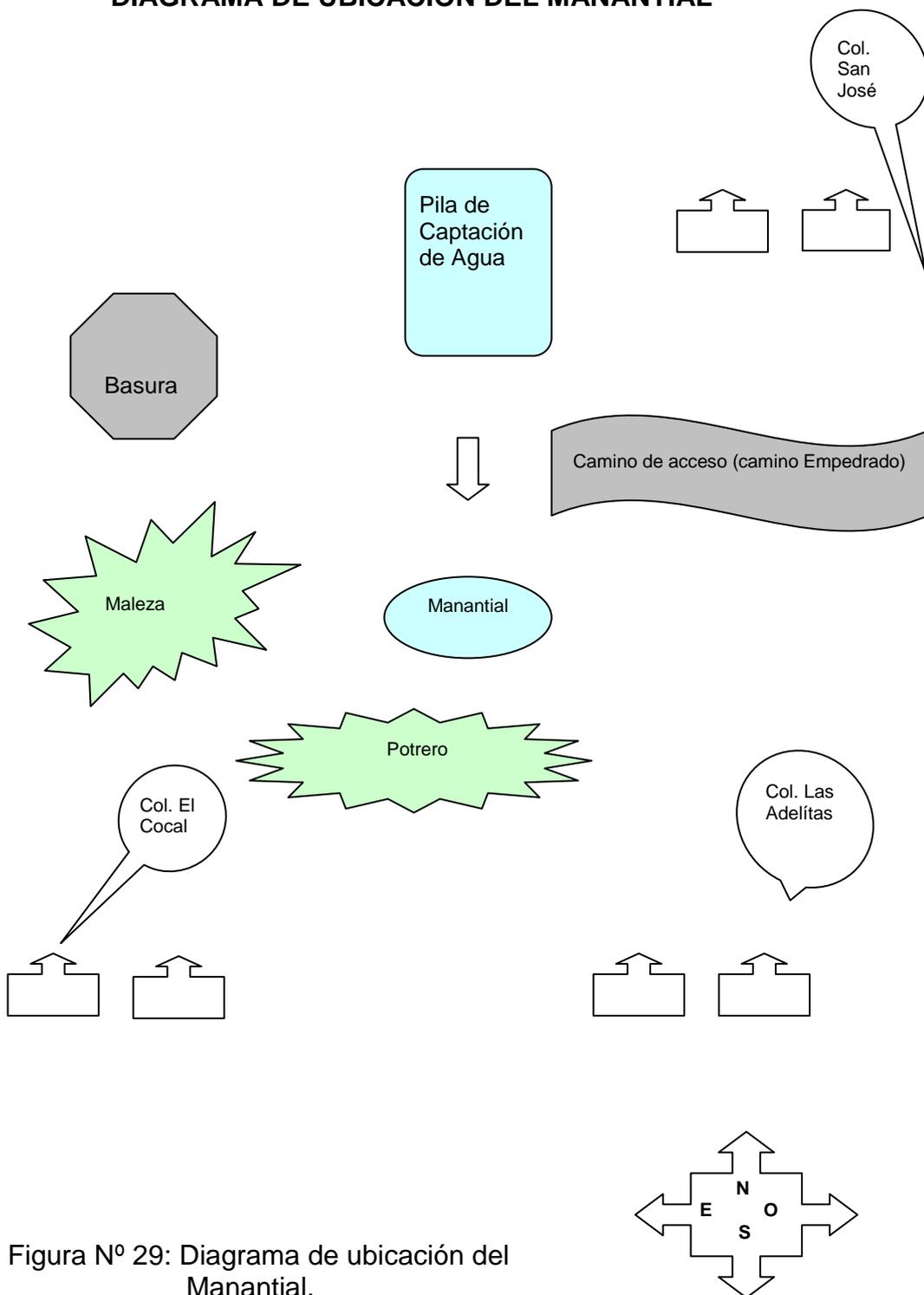


Figura N° 29: Diagrama de ubicación del Manantial.

ANEXO N° 6 PRUEBAS PILOTO

CUADRO N° 11: AGUA DE LA PILA DE CAPTACION (sin tratamiento)

Muestra N °1	Valor Máximo Admisible (NSO13.07.01.04)	Valor Encontrado	Resultado
Coliformes Totales	<1.1 NMP/ml	> 1600 NMP/ml	No Conforme
Coliformes Fecales	< 1.1NMP/ml	> 1600 NMP/ml	No Conforme
<i>Escherichia coli</i>	<1.1NMP/ml	>1.1NMP/ml	No Conforme
Bacterias Heterótrofas	<100 UFC/ml	> 100 UFC/ml	No Conforme

CUADRO N° 12: AGUA DE LA PILA DE CAPTACION (después de 15 días de haber aplicado el tratamiento de cloración)

Muestra N °2	Valor Máximo Admisible (NSO13.07.01.04)	Valor Encontrado	Resultado
Coliformes Totales	<1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
Coliformes Fecales	< 1.1NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
<i>Escherichia coli</i>	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
Bacterias Heterótrofas	<100 UFC/ml	< 100 UFC/ml	Conforme

CUADRO N° 13: RESULTADO DE MUESTRA TOMADA DE LA PILA AL MES DE APLICADO EL TRATAMIENTO

Muestra N° 3	Valor Máximo Admisible (NSO13.07.01.04)	Valor Encontrado	Resultado
Coliformes Totales	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
Coliformes Fecales	< 1.1NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
<i>Escherichia coli</i>	< 1.1 NMP/m	< 1.1 NMP/ml	Conforme
Bacterias Heterótrofas	< 100 UFC/ml	< 100 UFC/ml	Conforme

CUADRO N° 14: RESULTADOS DE MUESTRA TOMADA AL MANANTIAL

Muestra N° 4	Valor Máximo Admisible NSO13.07.01.04)	Valor Encontrado	Resultado
Coliformes Totales	< 1.1 NMP/ml	> 1600 NMP/ml	No Conforme
Coliformes Fecales	< 1.1NMP/ml	> 1600 NMP/ml	No Conforme
<i>Escherichia coli</i>	< 1.1 NMP/ml	>1.1 NMP/ml	No Conforme
Bacterias	< 100 UFC/ml	> 100 UFC/ml	No Conforme

Heterótrofas			
--------------	--	--	--

ANEXO N° 7

RESULTADOS DE MUESTRAS DE AGUA DEL MANANTIAL Y DE LA PILA DE RECOLECCION EN EPOCA SECA Y LLUVIOSA

CUADRO Nº 15. RESULTADOS DE MUESTRAS DE AGUA DEL MANANTIAL EN EPOCA SECA.

Muestra Nº 1	Valor Encontrado	Valor Máximo Admisible (NSO13.07.01.04)	Resultado
Coliformes Totales	1600 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
Coliformes Fecales	1600 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
<i>Escherichia coli</i>	>1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
Bacterias Heterótrofas	855 UFC/ml	< 100 UFC/ml	No Conforme

Muestra Nº 2	Valor Encontrado	Valor Máximo Admisible (NSO13.07.01.04)	Resultado
Coliformes Totales	1600 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
Coliformes Fecales	1600 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
<i>Escherichia coli</i>	>1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
Bacterias Heterótrofas	1225 UFC/ml	< 100 UFC/ml	No Conforme

CUADRO Nº 16. RESULTADOS DE MUESTRAS DE AGUA DEL MANANTIAL EN EPOCA LLUVIOSA.

Muestra Nº 3	Valor Encontrado	Valor Máximo Admisible (NSO13.07.01.04)	Resultado
Coliformes Totales	1600 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
Coliformes Fecales	1600 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
<i>Escherichia coli</i>	>1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
Bacterias Heterótrofas	2850 UFC/ml	< 100 UFC/ml	No Conforme

Muestra Nº 4	Valor encontrado	Valor Máximo Admisible (NSO13.07.01.04)	Resultado
Coliformes Totales	1600 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
Coliformes Fecales	1600 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
<i>Escherichia coli</i>	>1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
Bacterias Heterótrofas	6500 UFC/ml	< 100 UFC/ml	No Conforme

CUADRO Nº 17. RESULTADOS DE MUESTRAS DE AGUA DE LA PILA DE CAPTACION EN EPOCA SECA (agua sin

Muestra Nº 5	Valor Encontrado	Valor Máximo Admisible (NSO13.07.01.04)	Resultado
Coliformes Totales	1600 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
Coliformes Fecales	1600 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
<i>Escherichia coli</i>	> 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
Bacterias Heterótrofas	6500 UFC/ml	< 100 UFC/ml	No Conforme

tratamiento).

Muestra Nº 6	Valor Encontrado	Valor Máximo Admisible (NSO13.07.01.04)	Resultado
Coliformes Totales	1600 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
Coliformes Fecales	1600 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
<i>Escherichia coli</i>	>1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
Bacterias Heterótrofas	6500 UFC/ml	< 100 UFC/ml	No Conforme

CUADRO Nº 18. RESULTADOS DE MUESTRAS DEL AGUA DE LA PILA EN EPOCA LLUVIOSA (SIN TRATAMIENTO).

Muestra Nº 7	Valor Encontrado	Valor Máximo Admisible (NSO13.07.01.04)	Resultado
Coliformes Totales	1600 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
Coliformes Fecales	1600 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
<i>Escherichia coli</i>	>1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
Bacterias Heterótrofas	7500 UFC/ml	< 100 UFC/ml	No Conforme

Muestra Nº 8	Valor Encontrado	Valor Máximo Admisible (NSO13.07.01.04)	Resultado
Coliformes Totales	1600 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
Coliformes Fecales	1600 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
<i>Escherichia coli</i>	>1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	No Conforme
Bacterias Heterótrofas	7500 UFC/ml	< 100 UFC/ml	No Conforme

CUADRO Nº 19. RESULTADOS DE MUESTRAS DE AGUA DE LA PILA

Muestra Nº 9	Valor Encontrado	Valor Máximo Admisible (NSO13.07.01.04)	Resultado
Coliformes Totales	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
Coliformes Fecales	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
<i>Escherichia coli</i>	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
Bacterias Heterótrofas	80 UFC/ml	< 100 UFC/ml	Conforme

DE RECOLECCION DESPUES DE LOS 20 MINUTOS DE APLICADA LA CLORACION, EPOCA SECA.

Muestra Nº 10	Valor Encontrado	Valor Máximo Admisible (NSO13.07.01.04)	Resultado
Coliformes Totales	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
Coliformes Fecales	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
<i>Escherichia coli</i>	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
Bacterias Heterótrofas	70 UFC/ml	< 100 UFC/ml	Conforme

CUADRO Nº 20. RESULTADOS DE MUESTRAS TOMADAS A LOS 20 MINUTOS DE APLICADO EL CLORO EPOCA LLUVIOSA

Muestra Nº 11	Valor Encontrado	Valor Máximo Admisible (NSO13.07.01.04)	Resultado
Coliformes Totales	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
Coliformes Fecales	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
<i>Escherichia coli</i>	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
Bacterias Heterótrofas	70 UFC/ml	< 100 UFC/ml	Conforme

Muestra Nº 12	Valor Encontrado	Valor Máximo Admisible (NSO13.07.01.04)	Resultado
Coliformes Totales	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
Coliformes Fecales	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
<i>Escherichia coli</i>	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
Bacterias Heterótrofas	80 UFC/ml	< 100 UFC/ml	Conforme

CUADRO Nº 21. RESULTADOS DE MUESTRAS DEL AGUA DE LA PILA DE RECOLECCION 1 MES DESPUES DE APLICADO EL TRATAMIENTO EPOCA SECA.

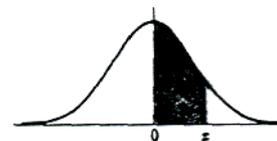
Muestra Nº 13	Valor Encontrado	Valor Máximo Admisible (NSO13.07.01.04)	Resultado
Coliformes Totales	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
Coliformes Fecales	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
<i>Escherichia coli</i>	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
Bacterias Heterótrofas	90 UFC/ml	< 100 UFC/ml	Conforme

Muestra Nº 14	Valor Encontrado	Valor Máximo Admisible (NSO13.07.01:99)	Resultado
Coliformes Totales	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
Coliformes Fecales	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
<i>Escherichia coli</i>	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
Bacterias Heterótrofas	80 UFC/ml	< 100 UFC/ml	Conforme

CUADRO Nº 22. RESULTADOS DE MUESTRAS DEL AGUA DE LA PILA DE RECOLECCION 1 MES DESPUES DE APLICADO EL TRATAMIENTO EPOCA LLUVIOSA

Muestra Nº 15	Valor Encontrado	Valor Máximo Admisible (NSO13.07.01.04)	Resultado
Coliformes Totales	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
Coliformes Fecales	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
<i>Escherichia coli</i>	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
Bacterias Heterótrofas	95 UFC/ml	< 100 UFC/ml	Conforme

Muestra Nº 16	Valor Encontrado	Valor Máximo Admisible (NSO13.07.01.04)	Resultado
Coliformes Totales	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
Coliformes Fecales	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
<i>Escherichia coli</i>	< 1.1 NMP/ml	< 1.1 NMP/ml	Conforme
Bacterias Heterótrofas	95 UFC/ml	< 100 UFC/ml	Conforme



ANEXO N ° 8
Tabla N° 23: Tablas de Áreas Bajo la Curva Normal

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,000	0,004	0,008	0,012	0,016	0,019	0,023	0,027	0,031	0,0359
0.1	0.039	0.043	0.047	0.051	0,055	0.059	0.063	0.0675	0.071	0.0754
0.2	0.079	0.083	0.087	0.091	0.094	0.098	0.102	0.106	0.110	0.114
0.3	0.117	0.121	0.125	0.129	0.133	0.136	0.140	0.144	0.148	0.151
0,4	0,155	0,159	0,162	0,166	0,170	0,173	0,177	0,180	0,184	0,187
0,5	0,191	0,195	0,198	0,209	0.205	0,208	0,212	0,215	0,219	0,222
0.6	0,225	0,229	0,232	0,235	0,238	0,242	0,245	0,248	0,251	0,254
0.7	0.258	0.261	0.264	0.267	0,270	0.273	0.276	0,279	0.282	0.285
0.8	0.288	0.291	0.293	0.296	0.299	0.302	0.305	0,3078	0.310	0.313
0,9	0,319	0,318	0,321	0,323	0,326	0,328	0,331	0,334	0,336	0,338
1,0	0,341	0,343	0,346	0,348	0.350	0,353	0,355	0,357	0,359	0,362
1.1	0.364	0.366	0.368	0.370	0.372	0.374	0.377	0,3790	0.381	0.383
1.2	0.384	0.386	0.388	0.390	0.392	0.394	0.396	0,3980	0.399	0.401
1.3	0.403	0.404	0.406	0.408	0.409	0.411	0.413	0,414	0.416	0.4177
1,4	0,419	0,420	0,422	0,423	0,425	0,426	0,427	0,429	0,430	0,431
1,5	0,433	0,434	0,435	0,437	0.438	0,439	0,440	0,441	0,445	0,4441
1.6	0.445	0.446	0.447	0.448	0.449	0.450	0.451	0,4525	0.453	0.454
1.7	0.455	0.456	0.457	0.458	0.459	0.459	0.460	0,4616	0.462	0.4633
1.8	0.464	0.464	0,4656	0.466	0.467	0.467	0.468	0,4693	0.469	0.470
1,9	0,471	0,471	0,472	0,473	0,473	0,474	0,475	0,475	0.476	0,4767
2.0	0.477	0.477	0.478	0.478	0.479	0.479	0.480	0,480	0.481	0.481
2.1	0.482	0.482	0.483	0.483	0.483	0.484	0.484	0,4850	0.485	0.485
2.2	0.486	0.486	0.486	0.487	0.487	0.487	0.488	0,4884	0.488	0.4890
2.3	0.489	0.48	0.489	0.490	0.490	0.490	0.490	0,491	0.491	0.491
2,4	0,491	0,492	0,492	0,492	0,492	0,492	0,493	0,4932	0,493	0,493
2.5	0.493	0.494	0.494	0.494	0.494	0.494	0.494	0,4949	0.495	0,495
2.6	0.495	0.495	0.495	0.495	0.495	0.496	0.496	0,496	0.496	0,496
2.7	0.496	0.496	0.496	0.496	0.496	0.497	0.497	0.497	0.497	0.4974
2.8	0.497	0.497	0.497	0.497	0.497	0.497	0.497	0.497	0.498	0.4981
2,9	0,498	0,498	0,498	0,498	0,498	0,498	0,498	0,498	0,496	0,498
3,0	0,498	0,498	0,498	0,498	0,498	0,498	0,498	0,498	0,499	0,4990
3.1	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499
3.2	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499
3.3	0.499	0.499	0.499	0.49	0.499	0.499	0.49	0.499	0.499	0.49
3.4	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0,4998
3,5	0,499	0,499	0,499	0,498	0,499	0,499	0,499	0,499	0,499	0,4998
3.6	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499
3.7	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499
3.8	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499	0.499
3,9	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,5000	0,500	0,500	0,500	0,5000

ANEXO Nº 9

Tabla Nº 24: Indices de morbilidad

Índices de Morbilidad año 2005

Infección/Sexo	Femenino	Masculino	Total
Amebiasis	65	36	101
Diarrea, Enteritis y Gastroenteritis	185	202	387
Giardiasis	19	10	29
Helmintiasis	10	5	15
Infección aguda de vías respiratorias superiores	632	486	1118
Neumonías	3	4	7

Índices de Morbilidad año 2006

Infección/Sexo	Femenino	Masculino	Total
Amebiasis	21	30	51
Diarrea, Enteritis y Gastroenteritis	59	58	117
Giardiasis	7	6	13
Helmintiasis	8	5	13
Infección aguda de vías respiratorias superiores	474	312	786
Neumonías	4	6	10

Índices de Morbilidad año 2007 (hasta el 24 de Junio)

Infección/Sexo	Femenino	Masculino	Total
Amebiasis	76	55	131
Diarrea, Enteritis y Gastroenteritis	79	82	161
Giardiasis	14	15	29
Helmintiasis	2	8	10
Infección aguda de vías respiratorias superiores	556	402	958
Neumonías	3	16	19

Datos proporcionados por la unidad de salud de Ilobasco

ANEXO N° 10

Tabla N° 25: PORCENTAJES DE MORBILIDAD

Porcentajes de morbilidad 2005

Infección	Porcentaje
Amebiasis	0.283%
Diarrea, Enteritis y Gastroenteritis	1.083%
Giardiasis	0.081%
Helmintiasis	0.042%
Infección aguda de vías respiratorias superiores	0.330%
Neumonías	0.0196%

Porcentajes de morbilidad año 2006

Infección	Porcentaje
Amebiasis	0.142%
Diarrea, Enteritis y Gastroenteritis	0.327%
Giardiasis	0.036%
Helmintiasis	0.036%
Infección aguda de vías respiratorias superiores	2.201%
Neumonías	0.028%

Porcentajes de morbilidad año 2007 (hasta el 24 de Junio)

Infección	Porcentaje
Amebiasis	0.366%
Diarrea, Enteritis y Gastroenteritis	0.450%
Giardiasis	0.081%
Helmintiasis	0.028%
Infección aguda de vías respiratorias superiores	2.682%
Neumonías	0.053%

ANEXO N° 11

**CARTA DE ENTREGA DE RESULTADOS Y PROPUESTA A LA
ALCALDIA MUNICIPAL DE SENSUNTEPEQUE Y CARTA DE
COMPROMISO EMITIDA POR LA ALCALDIA MUNICIPAL**

San salvador 12, de Diciembre del 2007

Alcaldía Municipal de Sensuntepeque

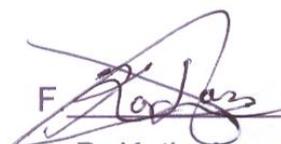
Señores Representantes de la Alcaldía Municipal

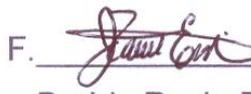
Presentes:

Por este medio hacemos entrega de los resultados y propuesta del proyecto denominado "Determinación de la Contaminación Microbiológica del agua del Manantial el Paterno ubicado en el Municipio de Sensuntepeque Departamento de Cabañas", para que sean presentados por las autoridades de la Alcaldía a los lideres comunales a fin de que puedan implementar la propuesta.

Sin más que agregar se despiden de ustedes

Atentamente,

F. 
Br. Katia Aracely Cornejo

F. 
Br. Iris Rocio Esquivel



**ALCALDÍA MUNICIPAL DE SENSUNTEPEQUE
GERENCIAGENERAL**



Sensuntepeque, 14 de enero de 2008.

A QUIEN INTERESE:

Por este medio hago constar que esta Municipalidad a recibido la Propuesta y Resultado del Proyecto denominado **DETERMINACION DE LA CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DEL MANANTIAL EL PATERNO UNICADO EN EL MUNICIPIO DE SENSUNTEPEQUE DEPARTAMENTO DE CABAÑAS**, el cual fue presentado por las señoritas Katia Aracely Cornejo López e Iris Rocio Esquivel Merino.

Además como institución nos comprometemos a presentar el contenido de este proyecto a las ADESCOS a fin de implementar en un futuro esta propuesta, a través de la Unidad de Medio Ambiente.


ING. RAUL REMBERTO RAMIREZ GONZALEZ
GERENTE GENERAL



PROPUESTA DE LIMPIEZA Y SANITIZACION DE LA PILA DE RECOLECCION.

7. Vaciar la pila.
8. Retirar los desechos o basura que estén en el interior de la pila.
9. Limpiar las paredes de la pila con mascón y detergente para eliminar las algas.
10. Enjuagar con suficiente agua.
11. Agregar lejía con una esponja por las paredes y el fondo de la pila para lograr una completa sanitización.
12. Llevar hoja de registro de limpieza.

TRATAMIENTO CON CLORO

1. Llenar la pila y proceder a adicionar el cloro para reducir la carga microbiana del agua.
2. Considerando las dimensiones de la pila (ancho, largo y profundidad) se agrega cloro a razón de 1 gota por Litro de agua encontrando que la cantidad necesaria de cloro para tratar el agua es de 480 ML para 9600 L de capacidad de la pila.
3. Se deben esperar 20 minutos antes de utilizar el agua de la pila para garantizar una adecuada desinfección.
4. Colocar una tapadera en la pila para evitar que caiga basura u otros contaminantes al agua.
5. Repetir todo el procedimiento cada mes.

ANEXO N° 12

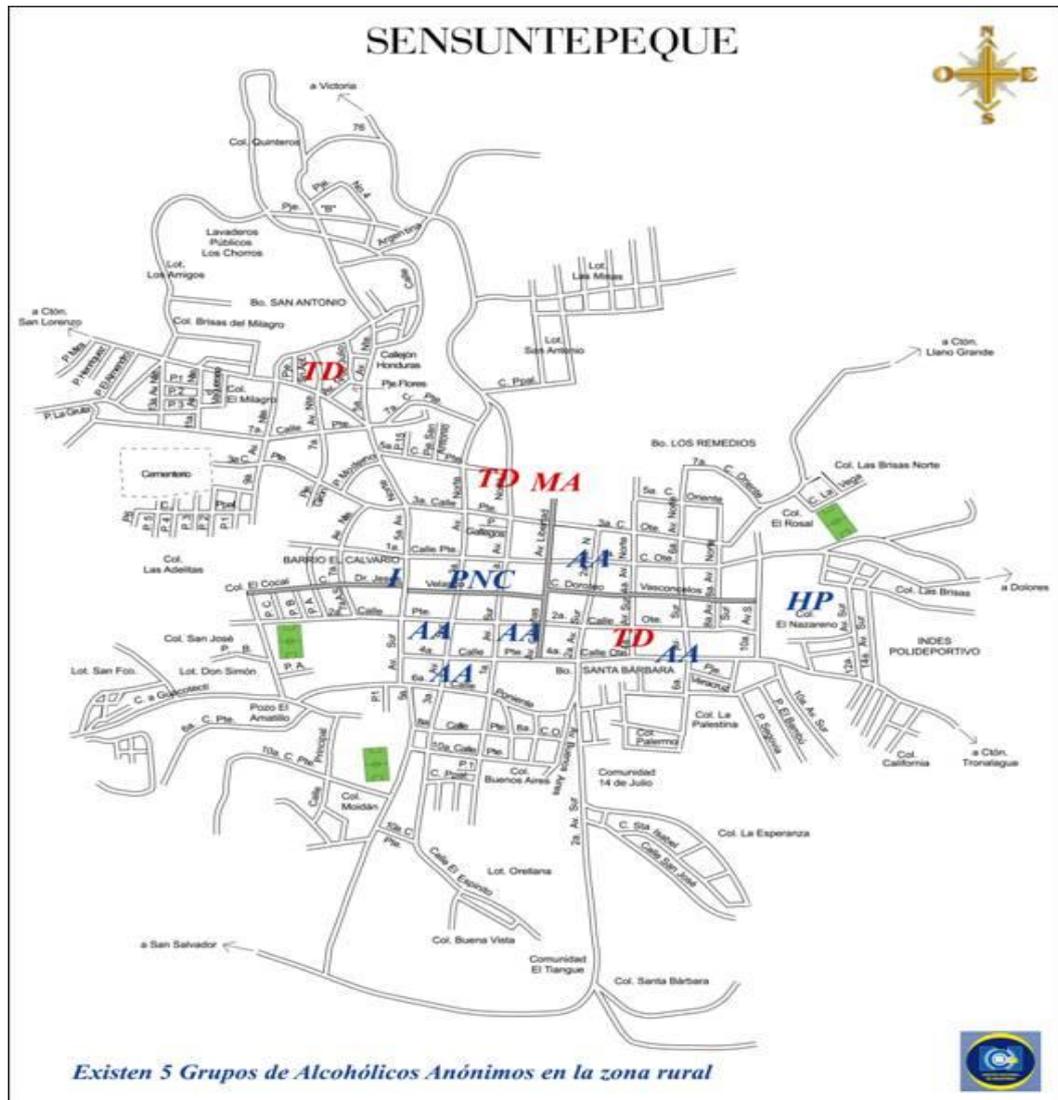


Figura N°30: Mapa de Sensuntepeque

Alcohólicos Anónimos	AA
Iglesia	I
Hospital	HP
Policía Nacional Civil	PNC
Maras	MA
Tráfico de Drogas	TD