

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**



***EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA QUE CONSUMEN LAS
COMUNIDADES INDÍGENAS DEL MUNICIPIO DE NAHUIZALCO,
DEPARTAMENTO DE SONSONATE***

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

KARINA MARICELA ALAS ARTEAGA

DANIELLA ARANA CISNEROS

KARLA MARINA TOBAR CONTRERAS

**16 DE FEBRERO
DE 1841**

PARA OPTAR EL GRADO DE:

LICENCIATURA EN QUÍMICA Y FARMACIA

MARZO DE 2006

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA



©2004, DERECHOS RESERVADOS

**Prohibida la reproducción total o parcial de este documento,
sin la autorización escrita de la Universidad de El Salvador**

<http://virtual.ues.edu.sv/>

SISTEMA BIBLIOTECARIO, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Rectora:

Dra. María Isabel Rodríguez

Secretaria General:

Licda. Alicia Margarita Rivas de Recinos

Facultad de Química y Farmacia

Decano:

Lic. Salvador Castillo Arévalo

Secretaria:

MSc. Miriam del Carmen Ramos Aguilar

COMITÉ DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Coordinadora General

Licda. María C. Odette Rauda Acevedo

Coordinadora de Área de Gestión Ambiental:

Toxicología y Química Legal.

Licda. María Luisa Ortiz de López

Coordinadora de Área de Microbiología.

Licda. Coralia González de Díaz

Docentes Directores

Licda. Katia Eunice Leyton

Lic. Marco Antonio Aquino Campos

DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO, que siempre nos brindó esperanza, fortaleza y mucha fé para poder ver culminada nuestra formación y educación profesional.

A NUESTROS PADRES: Por brindarnos ese apoyo incondicional enseñándonos los buenos hábitos y proporcionándonos espíritu de energía para seguir y terminar nuestros estudios.

A NUESTROS DOCENTES DIRECTORES: Lic. Katia Leyton y Lic. Marco Aquino, que con mucho cariño, aliento y paciencia lograron guiarnos para poder lograr nuestras metas.

A NUESTRA COORDINADORA GENERAL: Lic. Odette Rauda, quien de una manera muy desinteresada nos ayudó y aconsejó en el transcurso de este proyecto.

A ANITA: Quien con su cariño y amabilidad nos brindó su ayuda y apoyo en todo momento.

A todas aquellas personas que conforman ARCAS, quienes con mucha responsabilidad, entrega y dedicación nos brindaron su tiempo, ayuda y apoyo durante la realización de nuestro trabajo.

DANIELLA, KARINA Y KARLA

AGRADECIMIENTOS

A DIOS, quién es mi fortaleza en cada momento, por iluminarme cada día y por haberme permitido concluir mi carrera con éxito.

A MIS PADRES: José Adán y Dora Alicia, que con su inmenso amor me apoyaron en todo momento y me aconsejaron en cada paso de mis estudios.

A MIS HERMANOS: Wendy y Juan Francisco, que me brindaron su ayuda y apoyo incondicional cuando más los necesité.

A MIS DOCENTES DIRECTORES: Lic. Katia y Lic. Marco, por su valiosa amistad y quienes con sus sabios consejos nos ayudaron a sacar adelante nuestro trabajo de graduación.

A MIS COMPAÑERAS Y AMIGAS: Karla y Daniella, por brindarme su apoyo y amistad en todo momento y por aguantar todas mis locuras.

A HERBERTH: una persona muy especial en mi vida quien me ayudó y me dio fuerza para seguir adelante en este trabajo.

A MIS AMIGAS: Karla, Paty y Marilyn, quienes de una manera u otra han estado siempre conmigo apoyándome.

KARINA ALAS

AGRADECIMIENTOS

De una manera especial y sincera expreso mis agradecimientos a todas aquellas personas que me brindaron su apoyo, dedicación y amistad durante toda mi carrera:

A MI PAPI: José Luis, que con su carisma especial, comprensión y accesibilidad contribuyó de una manera significativa al desarrollo y culminación de este trabajo.

A MI MAMI: Mirna Evelyn, que con su sabiduría y consejos es una ayuda e instrucción constante en mi vida.

A MIS HERMANAS: Lucrecia y Camila, por todo el apoyo brindado.

A BILLY: Que es una persona muy importante en mi vida, gracias por escucharme, aconsejarme y estar ahí en cada momento.

A MIS ASESORES: Lic. Katia y Lic. Marco, por su cariño, dedicación y entrega en la finalización de este trabajo, que mas que asesores son mis amigos.

A MIS AMIGAS: Karla y Karina, por su dedicación, paciencia, amistad y entrega para la realización y finalización de este trabajo.

DANIELLA ARANA

AGRADECIMIENTOS

Expreso mis más sinceros agradecimientos a todas aquellas personas que estuvieron conmigo brindándome sus consejos, apoyo, amor, paciencia y tolerancia durante toda mi carrera:

A MIS PADRES: Marina Estela y Carlos Arturo, por brindarme su cariño, ayuda, apoyo incondicional y por confiar en mí durante toda mi carrera, en especial a mi madre que siempre esta ahí cuando más la necesito (LOS QUIERO MUCHO).

A MIS HERMANOS: Carlos Enrique y Nelson Eduardo, por su cariño y apoyo.

A EMERSON: Gracias por estar siempre conmigo y por ser una persona muy valiosa en mi vida, por apoyarme en todo y estar ahí en los momentos más felices de mi vida.

A MIS ASESORES: Lic. Katia y Lic. Marco, por proporcionarme sus consejos, amistad y por darme su colaboración incondicional en su asesoría de tesis.

A MIS AMIGAS: Daniella y Karina, por su cariño, amistad y momentos felices durante toda mi carrera y trabajo de graduación.

KARLA TOBAR

ÍNDICE

	Nº de Pág.
RESUMEN	
CAPÍTULO	
I. INTRODUCCIÓN	XVI
II. OBJETIVOS	
2.1 Objetivo General	
2.2 Objetivos Específicos	
III. MARCO TEÓRICO	21
Las comunidades Indígenas en El Salvador	21
La salud en las comunidades indígenas	25
Generalidades del Agua	26
Propiedades Físicas y Químicas del agua	27
Ciclo Hidrológico	29
3.4.1 Descripción del Ciclo Hidrológico	29
Sustancias contaminantes del agua	30
Sustancias contaminantes del agua	30
Transporte de contaminantes en el agua	33
Enfermedades transmitidas por aguas contaminadas	34
3.6.1 Efectos generales que causan los contaminantes del agua en los organismos	35
Recursos Hídricos	37
Agua potable	38
Parámetros de calidad del agua	39
Clasificación del agua para consumo humano	39
Tratamientos para potabilizar el agua	40
Situación del agua en El Salvador	41

IV. DISEÑO METODOLÓGICO	45
Tipo de estudio	45
Investigación bibliográfica	45
Investigación de campo	46
Tamaño de la muestra	46
Parte experimental	50
Muestreo	51
Muestreo para Análisis Físicoquímico	52
Muestreo para Análisis Microbiológico	53
Análisis Físico-Químico	54
Temperatura	54
Potencial de hidrógeno pH	54
Conductividad	56
Turbidez	56
Sólidos totales disueltos	57
Cloruros	58
Nitratos	60
Dureza	62
Manganeso	64
Hierro	65
Sulfatos	65
Análisis Microbiológico	67
Coliformes Totales y Coliformes Fecales	67
Determinación de Escherichia coli	69
Recuento Heterótrofo en Placa	70
Detección de Bacterias Patógenas	73
V. RESULTADOS Y DISCUSIÒN	76
Análisis Físicoquímico	78
Temperatura	78

Potencial de hidrógeno pH	79	
Conductividad	81	
Turbidez	82	
Sólidos totales disueltos	83	
Cloruros	84	
Nitratos	86	
Dureza	88	
Manganeso	90	
Hierro	92	
Sulfatos	94	
Análisis Microbiológico		95
Coliformes Totales	95	
Coliformes Fecales y Escherichia coli	97	
Conteo de Bacterias Heterótrofas, aerobias y mesófilas	99	
Organismos Patógenas	101	
VI. CONCLUSIONES		103
VII. RECOMENDACIONES		106
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°	N° de Pág.
1. Clasificación del agua para consumo humano	40
2. Distribución de muestras para análisis físicoquímico en los tres Cantones	48
3. Distribución real de muestras para análisis físicoquímico en los tres Cantones	48
4. Distribución real de muestras para análisis microbiológico en los tres Cantones	50
5. Resultados y observaciones en medio agar EMB y agar Coliforme	70
6. Resultados y observaciones en medio agar Shigella y agar Salmonella	73
7. Resultados y observaciones en medio Pseudomona aeruginosa	74
8. Clasificación del agua según Dureza	88

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	N° de Pág.
1. Temperatura (°C) en muestras de agua vrs. Número de muestra	78
2. Potencial Hidrógeno “pH” vrs. Número de muestra	80
3. Conductividad en microhoms/cm vrs. Número de muestra	81
4. Turbidez UNF vrs. Número de muestra	82
5. Sólidos Totales Disueltos en mg/L vrs. Número de muestra	83
6. Concentración de Cloruros en muestras de agua en mg/L vrs. Número de muestra	85
7. Concentración de Nitratos en muestras de agua en mg/L vrs. Número de muestra	87
8. Dureza Total en mg/L vrs. Número de muestra	89
9. Manganeso en mg/L vrs. Número de muestra	91
10. Hierro en mg/L vrs. Número de muestra	93
11. Concentración de Sulfatos en muestras de agua en mg/L vrs. Número de muestra	94
12. Bacterias Coliformes Totales NMP/100mL vrs. Número de muestra	96
13. Bacterias Coliformes Fecales NMP/100mL vrs. Número de muestra	98
14. Conteo de Bacterias Heterótrofas, Aeróbicas y Mesófilas UFC/mL vrs. Número de muestra	100

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N°

1. Contaminantes que afectan la calidad del agua.
2. Cantones AGI Unidad de Salud de Nahuizalco.
3. Procedimientos para Turbidez, Manganeseo y Hierro por Kit Spectroquant.
4. Resultados obtenidos en las valoraciones para la Determinación de Cloruros.
5. Resultados obtenidos en las lecturas a 220nm. Para la Determinación de Nitratos.
6. Resultados obtenidos en las valoraciones para la Determinación de Dureza Total.
7. Resultados obtenidos en las lecturas a 420nm. Para la Determinación de Sulfatos.
8. Índice de NMP y límites de aceptación de 95 por 100 para distintas combinaciones de resultados positivos cuando se usan tubos por dilución (10.0 mL, 1.0 mL y 0.1 mL).
9. Medios de cultivo Microbiológicos.
10. Datos generales de muestras Físico-Químicas.
11. Resultados de análisis Físicoquímicos.
12. Datos generales de muestras Microbiológicas.
13. Resultados de análisis Microbiológicos.
14. Valores Máximos Admisibles para Calidad Físico-Química de la Norma Oficial Salvadoreña para Agua Potable NSO 13.07.01:97
15. Certificados de Análisis Microbiológicos.
16. Fotos sobre la charla expuesta a los representantes asociados a ARCAS.

RESUMEN

El presente estudio se realizó con la finalidad de establecer la calidad de agua que consumen Las Comunidades Indígenas del municipio de Nahuizalco departamento de Sonsonate, todas asociadas a ARCAS (Asociación para el Rescate de la Cultura Ancestral) puesto que dicha asociación manifestó la necesidad de determinar la calidad actual del agua que es consumida por sus comunidades, y con base a los resultados obtenidos gestionar con organismos Internacionales, como la UNICEF (Fondo de la Naciones Unidas para la Infancia), la creación de una red de potabilización de agua.

Las muestras analizadas fueron tomadas en tres cantones con asentamiento indígena los cuales son: El Cerrito, La Guacamaya y Sabana Grande. La calidad del agua se determinó mediante la evaluación de parámetros físicoquímicos, tales como: temperatura, pH, turbidez, conductividad, sólidos totales disueltos, dureza total, nitratos, hierro, manganeso, sulfatos y cloruros.; así como también de análisis microbiológico, en donde se evaluó la presencia de ciertas bacterias como: Coliformes totales, Coliformes fecales, Escherichia coli, bacterias heterótrofas y patógenas.

El resultado obtenido de este estudio no fue satisfactorio ya que las muestras de agua no cumplen con la mayoría de los parámetros establecidos por La Norma Oficial Salvadoreña Para Agua Potable NSO 13.07.01:97.

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

1.0 INTRODUCCIÓN

El agua es parte vital del organismo, por lo que tiene gran importancia en los procesos biológicos; sin embargo, la limitación de este recurso hídrico representa ya un obstáculo al desarrollo en muchas partes del mundo y mientras continúe el crecimiento demográfico, este problema irá en aumento debido a la gran deforestación, urbanización e industrialización que sufren los pueblos, lo que ha afectado notablemente su disponibilidad, calidad y pureza.

Durante los últimos años, la población salvadoreña ha experimentado los efectos de la escasez de agua potable, ya que actualmente no se logra abastecer este servicio básico en toda la población tanto urbana como rural, siendo esta última la más afectada.

En El Salvador, la mayor proporción de habitantes indígenas forman parte de la zona rural, en donde existe una escasa cobertura de los servicios de salud pública; siendo el agua uno de los mayores problemas debido a su mala calidad y por lo tanto un portador de diversas enfermedades y compuestos tóxicos, por lo que, asociaciones como la Asociación para el Rescate de la Cultura Ancestral (ARCAS), se ha visto en la necesidad de determinar el estado actual de la calidad del agua, y con ésta información ARCAS pueda gestionar la creación de una red de potabilización de agua para optimizar el aprovechamiento de éste recurso hídrico existente en dicha zona, evitando así problemas en la salud de sus pobladores.

Es por ello que en el presente trabajo, se pretende evaluar la calidad de agua que es consumida en las comunidades indígenas del municipio de Nahuizalco, debido al incremento de enfermedades gastrointestinales causantes de muertes en los habitantes de la región.

Los análisis para el estudio de la calidad del agua, se efectuarán mediante la evaluación de parámetros físicoquímicos, tales como: temperatura, pH, turbidez, conductividad, sólidos totales disueltos, dureza total, nitratos, hierro, manganeso, sulfatos y cloruros.; así como análisis microbiológicos, en donde se evaluará la presencia de ciertas bacterias como: Coliformes totales, Coliformes fecales, Escherichia coli, bacterias heterótrofas y patógenas.

La presente investigación evaluará la calidad de agua tanto Físicoquímica como microbiológicamente que es consumida en tres cantones con asentamiento indígena del municipio de Nahuizalco como son: El Cerrito, La Guacamaya y Sabana Grande, de los cuales el 66.78% de las viviendas son abastecidas por cañerías procedentes de pozas.; y el 33.22% de las viviendas no poseen cañería, por lo que las personas se ven obligadas en abastecerse de fuentes naturales.(2)

CAPITULO II

OBJETIVOS

2.0. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad de agua que consumen las Comunidades Indígenas del Municipio de Nahuizalco, Departamento de Sonsonate.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 2.2.1 Cuantificar parámetros físicoquímicos como: temperatura, pH, turbidez, conductividad, sólidos totales disueltos, sulfatos, nitratos, cloruros, hierro, dureza total y manganeso en muestras de agua tomadas en ríos, nacimientos de agua, pozos artesanales, tanques de distribución y grifos.
- 2.2.2 Cuantificar los parámetros microbiológicos como: Coliformes totales, Coliformes fecales, *Escherichia coli*, Bacterias Heterótrofas y Organismos Patógenos.
- 2.2.3 Comparar los resultados obtenidos con la Norma Oficial Salvadoreña para agua potable, NSO 13.07.01:97.
- 2.2.4 Proporcionar los resultados obtenidos a la Asociación para el Rescate de la Cultura Ancestral (ARCAS), para la búsqueda de posibles soluciones.
- 2.2.5 Dar a conocer por medio de charlas a los representantes de ARCAS, las debidas instrucciones para el buen manejo del agua.

CAPITULO III
MARCO TEÓRICO

3.0 MARCO TEÓRICO

3.1 LAS COMUNIDADES INDÍGENAS EN EL SALVADOR ⁽²⁾

La historia social y cultural de los pueblos indígenas en El Salvador, en comparación con la de otros pueblos del resto del continente americano ha sido cruel, y prueba de ello ha sido la situación actual en la que estos pueblos se encuentran. Por muchos siglos los indígenas han sido no solo negados, sino también discriminados y en determinados momentos de la historia, hasta se les ha prohibido manifestarse por lo que son.

No obstante los pueblos indígenas en El Salvador, muy bien pueden delimitarse por sus características históricas, culturales, lingüísticas y por su propia auto-definición.

Hay un fuerte grupo poblacional, localizado principalmente en el área rural que reúne características de la sociedad indígena de hoy, y que se encuentra a lo largo y ancho de El Salvador. Los indígenas están ceñidos a los linderos de los municipios y éste es la unidad política y administrativa del país y sustituye a la organización comunitaria indígena.

El perfil de los indígenas en El Salvador define a aquellas familias, grupos o individuos a título personal que reúnen: un fundamento ancestral en creencias y prácticas espirituales, un fundamento en los rituales concernientes al ciclo de la vida productivos y de la naturaleza, utilización de

la medicina ancestral y un fuerte fundamento en las formas de organización socioeconómicas y espirituales.

Para tener una idea más clara de lo que es el indígena salvadoreño hay que tomar en consideración que ellos conviven como comunidades o se localizan también como familias dispersas y en algunos casos como individuos. Algunas comunidades o familias dan la impresión de ser "Indígenas puros" o "Muy indígenas". También hay otras que no viven en sus lugares de origen dado que por sus condiciones de vida han tenido que emigrar en busca de mejores posiciones. En otros casos, se han adaptado a la cultura vigente o simplemente han nacido con otros patrones culturales, pero que en su interior afirman ser indígenas.

De acuerdo a diferentes fuentes, se estima que la población indígena en El Salvador es un 10% del total. Según la Organización Panamericana para la Salud (OPS) el 60% de la población indígena se asienta en los departamentos de Sonsonate y Ahuachapán. El resto se ubican en asentamientos importantes en Morazán y en los departamentos de San Salvador, La Paz, La Libertad y Santa Ana. En El Salvador, sin embargo, los pueblos indígenas comparten altos niveles de pobreza y los determinantes epidemiológicos que ocasionan bajos niveles en su calidad de vida.



Lo anterior se traduce en precarias condiciones ambientales y dificultades en el acceso a los servicios de salud en general. Así mismo, el acceso a la atención preventiva en términos sanitarios y ambientales es escaso y eventual, de manera que las acciones emprendidas en estos aspectos, casi todas obedecen a intervenciones puntuales que no proveen, en la mayoría de los casos, la sostenibilidad necesaria para mejorar de manera permanente el nivel de salud sanitaria y ambiental.

Según el estudio "Pueblos indígenas, salud y condiciones de vida en El Salvador", auspiciado por la Organización Panamericana para la Salud (OPS), CONCULTURA y el Consejo Coordinador Nacional Indígena Salvadoreño (CCNIS), en 1999 el 91.60% de la población indígena a nivel nacional se abasteció de agua de pozo y/o de río; así mismo, el 37% defeca al aire libre y solo el 60% posee letrina. El 30% de la misma población no le da ningún proceso a la basura y apenas un 8.5% se abastece de agua de cañería individual y/o colectiva.

Estos indicadores se relacionan directamente con los niveles de pobreza de esta población que reflejan un 38.30% de pobreza absoluta, mientras que un 61.10% se mantiene en el nivel de pobreza. En este mismo sentido, solo un 0.60% cubre necesidades básicas de vida. Este estado de cosas, afecta toda la población. Sin embargo, aquella menor de 5 años se ve impactada en mayor medida por las enfermedades ocasionadas por mal manejo del agua y un entorno ambiental precario en medidas higiénicas y ambientales.

Esta población que constituye el 18% del total tiene una prevalencia de diarrea de 3.4% y que eventualmente puede subir a más del 4%. Así mismo, se encontró un 40% de desnutrición en menores de 5 años.

Actualmente, algunos organismos no gubernamentales y El Ministerio de Salud, llevan a cabo algunas intervenciones en las que involucran a diversos sectores de la población, entre ellos las comunidades indígenas. Estas intervenciones han formado ya unas redes voluntarias que dan seguimientos a hábitos básicos de higiene y saneamiento de personas adultas y de la niñez; a la distribución de alimentos por trabajo; a capacitar sobre temas aprendidos.

En El Salvador son varias las Organizaciones que velan y trabajan por proteger y mantener la identidad de los pueblos; una de ellas es “la Asociación para el Rescate de la Cultura Ancestral” (ARCAS), quién es miembro del Consejo Coordinador Nacional Indígena Salvadoreño (CCNIS).

Dicha asociación pretende rescatar los orígenes ancestrales e indígenas de las comunidades del municipio de Nahuizalco, Departamento de Sonsonate. Así mismo, tiene como finalidad el proporcionar un enfoque de un autodesarrollo para la propia población indígena y sus comunidades, en colaboración con todos los sectores, en los cuales en una y otra forma exista una relación humana, de trabajo, social e intercultural.

3.1.1 La Salud en las comunidades indígenas (2)

En cuanto a la salud y los dones curativos de los pueblos indígenas de El Salvador, su conocimiento se transmite de generación en generación, basado más que todo en el uso de las plantas medicinales y recursos naturales, las oraciones curativas y medidas de prevención para no enfermarse. Dentro de los que manejan las prácticas de salud encontramos, entre otros, a los curanderos, curanderas, sobadores y las parteras.

Se ha constatado que en todas las comunidades hay deficiencia en los servicios de salud. Son pocos los centros de salud y, donde existen, hay poco personal o pocas medicinas.

Dado que la mayoría de indígenas están ubicados en áreas rurales donde existe una escasa cobertura de los servicios de salud pública, son víctimas de enfermedades que azotan a la población campesina como son: paludismo (malaria), tosferina, sarampión, bronquitis, tuberculosis, enfermedades gastrointestinales (diarrea, parasitismo, anemias) y últimamente enfermedades venéreas.

Existen múltiples condiciones ambientales, usos y prácticas que inciden indirectamente sobre la salud de estas comunidades, entre estos:

- Falta de cultura de uso de letrinas. En muchos casos existen letrinas, pero se usa muy poco o simplemente no se usan.
- Ingesta de agua sin hervir.

- El hacinamiento en que viven. De 7 a 11 personas habitan una sola casa, tomando en cuenta que las casas son pequeñas, y en el mayor de los casos con pisos de tierra.
- La cohabitación con animales domésticos: perros, gallinas, cerdos y otros; así como la falta de higiene personal.
- La ausencia de atención médica adecuada.
- La alimentación de subsistencia; debido a la escasa producción alimentaria entre otras.

3.2 GENERALIDADES DEL AGUA

El agua es el compuesto químico más importante de la superficie terrestre. Cerca del 70% de la superficie está cubierta por agua ⁽¹⁵⁾, así como millones de toneladas de vapor de agua flotan en la atmósfera. Sin embargo, también se ha constatado que la cantidad de agua que puede ser usada por los seres humanos para propósitos domésticos, agrícolas ó industriales es muy limitada, ya que es solo 2.5% del total. Un buen porcentaje de esta agua dulce está atrapada en los glaciares, y en las zonas polares, permanentemente congelada. Así se sabe, que solamente 1% de ésta cantidad es renovable, y que el agua no puede ser creada, y sí es finita. ⁽²¹⁾.

Por otro lado, el cuerpo humano contiene entre 60-65% de agua. Si hay una pérdida del 15% de agua en el ser humano, no podría sobrevivir y moriría de deshidratación.

La propiedad más importante del agua se debe al hecho a que es un fluido y solvente natural para muchos compuestos, principalmente compuestos iónicos, y además para gases.

El agua es el medio de transporte para todos los procesos biológicos, es decir, para todos los compuestos mencionados anteriormente. Por lo tanto, el agua nunca se encuentra “limpia” porque contiene varias concentraciones de muchos elementos. El agua se encuentra en un ciclo continuo por estar en contacto con el suelo, la superficie y el aire. Por lo que se habla de agua subterránea, aguas en la superficie terrestre o aguas lluvias. El agua puede ser siempre portadora de enfermedades y de compuestos tóxicos, que vienen directamente de la tierra o de la actividad humana. (industria) ⁽¹⁵⁾.

3.3 PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL AGUA ⁽²²⁾

Se le llama agua a la combinación de 2 átomos de hidrógeno con un átomo de oxígeno en estado líquido cuya representación simbólica es H₂O. La molécula de agua presenta una forma triangular y la unión que se establece entre los dos átomos de hidrógeno con el átomo de oxígeno es una unión química covalente ya que el oxígeno comparte dos electrones con los electrones de los átomos de hidrógeno, de esta manera la molécula de agua se estabiliza porque los átomos de hidrógeno reúnen dos electrones en el último nivel y el oxígeno logra reunir ocho electrones en el último nivel. La molécula de agua es bipolar debido a que los átomos de hidrógeno presentan una carga eléctrica positiva mientras que el átomo de oxígeno

presenta una carga eléctrica negativa. En estado sólido y líquido las moléculas de agua se unen por puentes de hidrógeno con moléculas que posean átomos de nitrógeno, fluor y oxígeno, esta acción se conoce como solvatar. De esta manera el agua tiene una gran capacidad para disolver sustancias iónicas, ya que al neutralizar las atracciones electrostáticas de los iones de una sustancia los disocia.

La mayoría de los átomos de hidrógeno que componen al agua tienen una masa atómica de 1. Luego se encuentran en menor cantidad los átomos de hidrógeno con masa atómica 2, cuya formación en el agua la hace conocer a ésta como agua pesada y todavía en cantidad menor se hallan los de masa atómica 3.

El punto de congelación del agua en la escala de Celsius es de 0°C mientras que el punto de ebullición es de 100°C al nivel del mar, mientras que hierve a temperatura inferior a medida que disminuye la presión. Justamente los valores de esta escala se basan en los puntos ebullición y congelación del agua, como también muchas otras escalas basan sus valores en las propiedades físicas del agua.

El agua pura es incolora, inodora, insípida y mala conductora de la electricidad, pero puesto que es el disolvente que contiene mayores solutos es imposible conocer el agua pura, ya que casi instantáneamente ya se encuentra en alguna solución.

3.4 CICLO HIDROLÓGICO. *BALANCE HÍDRICO* ⁽⁹⁾

El agua se presenta en la hidrósfera en forma de tres estados: Líquido, gaseoso y sólido. El agua dependiendo de su estado físico se mueve en la naturaleza según una secuencia de procesos que constituyen el Ciclo Hidrológico, por el cual el agua pasa por tres medios: atmosférico, continental y oceánico.

En el ciclo hidrológico cuatro son los procesos básicos: evaporación, precipitación, escorrentía e infiltración.

Precipitación: Hace referencia al agua en forma de lluvia, nieve, granizo, etc. que cae desde las capas atmosféricas.

Evaporación: Proceso por el cual el agua en estado líquido sigue una conversión gradual a gas sin que haya ebullición. En el caso que el agua se infiltre y sea captada por las plantas puede producirse la *Evapotranspiración* que es el proceso por el cual el agua absorbida por las plantas se evapora y es transpirada por éstas.

Escorrentía: Hace referencia al agua que se infiltra y discurre por la superficie llegando directamente a los cauces superficiales de agua.

Infiltración: Proceso por el cual el agua de la precipitación penetra en el suelo llegando a formar parte del agua subterránea.

3.4.1 Descripción del Ciclo Hidrológico. ⁽⁹⁾

Cuando se produce la precipitación una parte de ella se evapora antes de llegar a la superficie debido al efecto del sol y a la colisión entre partículas de

agua. Otra parte del agua tampoco llega a la superficie ya que es interceptada por la vegetación, los edificios, etc. es el *Agua de Intercepción*.

Cuando el agua llega a la superficie pueden suceder tres cosas:

- Almacenamiento superficial: El agua se queda en la superficie (lagos, ríos, etc.). Normalmente esta agua se evapora.
- Escorrentía superficial: El agua circula directamente por la superficie aprovechando la pendiente. El agua de escorrentía se infiltra ó evapora.
- Infiltración: el agua se infiltra en el terreno por gravedad y capilaridad.

Finalmente el agua superficial y de la zona del suelo más superficial se evapora o evapotranspira continuando así el ciclo.

3.5 SUSTANCIAS CONTAMINANTES DEL AGUA. ⁽¹⁸⁾

3.5.1 Sustancias contaminantes del agua.

Hay un gran número de contaminantes del agua que se pueden clasificar de diferentes maneras. Una posibilidad bastante usada es agruparlos en los siguientes siete grupos:

Microorganismos patógenos

Desechos orgánicos

Sustancias químicas inorgánicas

Nutrientes vegetales inorgánicos

Compuestos orgánicos

Sedimentos y materiales suspendidos

Contaminación térmica

Microorganismos patógenos. Son los diferentes tipos de bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades como el cólera, tifus, gastroenteritis diversas, hepatitis, etc. En los países en vías de desarrollo las enfermedades producidas por estos patógenos son uno de los motivos más importantes de muerte prematura, sobre todo de niños.

Normalmente estos microbios llegan al agua en las heces y otros restos orgánicos que producen las personas infectadas. Por esto, un buen índice para medir la salubridad de las aguas, en lo que se refiere a estos microorganismos, es el número de bacterias Coliformes presentes en el agua. La OMS (Organización Mundial de la Salud) recomienda que el agua para beber presente 0 colonias de Coliformes por 100.0 mL de agua.

Desechos orgánicos. Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, ganado, etc. Incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos con consumo de oxígeno. Cuando este tipo de desechos se encuentran en exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno, y ya no pueden vivir en estas aguas peces y otros seres vivos que necesitan oxígeno. Buenos índices para medir la contaminación por desechos orgánicos son la cantidad

de oxígeno disuelto (OD), en agua, o la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).

Sustancias químicas inorgánicas. En este grupo están incluidos ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo. Si están en cantidades altas pueden causar graves daños a los seres vivos, disminuir los rendimientos agrícolas y corroer los equipos que se usan para trabajar con el agua.

Nutrientes vegetales inorgánicos. Nitratos y fosfatos son sustancias solubles en agua que las plantas necesitan para su desarrollo, pero si se encuentran en cantidad excesiva inducen el crecimiento desmesurado de algas y otros organismos provocando la eutrofización de las aguas. Cuando estas algas y otros vegetales mueren, al ser descompuestos por los microorganismos, se agota el oxígeno y se hace imposible la vida de otros seres vivos. El resultado es un agua maloliente e inutilizable.

Compuestos orgánicos. Muchas moléculas orgánicas como petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes, detergentes, etc. acaban en el agua y permanecen, en algunos casos, largos períodos de tiempo, porque, al ser productos fabricados por el hombre, tienen estructuras moleculares complejas difíciles de degradar por los microorganismos.

Sedimentos y materiales suspendidos. Muchas partículas arrancadas del suelo y arrastradas a las aguas, junto con otros materiales que hay en suspensión en las aguas, son, en términos de masa total, la mayor fuente de

contaminación del agua. La turbidez que provocan en el agua dificulta la vida de algunos organismos, y los sedimentos que se van acumulando destruyen sitios de alimentación o desove de los peces, rellenan lagos o pantanos y obstruyen canales, ríos y puertos.

Contaminación térmica. El agua caliente liberada por centrales de energía o procesos industriales eleva, en ocasiones, la temperatura de ríos o embalses con lo que disminuye su capacidad de contener oxígeno y afecta a la vida de los organismos.

3.5.2 Transporte de contaminantes en el agua. ⁽¹⁸⁾

Los contaminantes pueden encontrarse en el agua en diferentes estados, ya sea disueltos o en suspensión, lo que significa que se encuentran en forma de gotas o de partículas, por lo que pueden desplazarse en el agua de muchas maneras diferentes.

La materia particulada puede caer al fondo de los cauces y lagos o ascender a la superficie, dependiendo de su densidad. Esto significa que mayormente permanece en la misma posición cuando el agua no fluye de prisa. En los ríos, los contaminantes normalmente viajan grandes distancias. La distancia que viajan depende de la estabilidad y el estado físico del contaminante y de la velocidad del flujo del río. Los contaminantes viajan mayores distancias cuando están disueltos en un río de flujo rápido. Las concentraciones en un lugar son entonces generalmente bajas, pero el contaminante puede ser

detectado en muchos más sitios que si no hubiera sido transportado tan fácilmente.

En lagos y océanos los contaminantes son transportados por las corrientes. Existen muchas corrientes en los océanos que son producidas por los vientos, esto permite a los contaminantes viajar de un continente a otro. Normalmente confiamos en la habilidad de los océanos para reducir la concentración de los contaminantes, la así llamada “capacidad autolimpiadora” de los océanos. Pero esto no siempre funciona, porque el movimiento de las corrientes en los océanos no es uniforme. Esto hace que las aguas interiores tengan a menudo niveles de contaminación sustancialmente superiores a los del mar abierto.

Cuando los contaminantes persistentes se acumulan en peces o en pájaros no solo pueden convertirse en un peligro tóxico para las cadenas alimentarias acuáticas, sino que también pueden desplazarse grandes distancias dentro de estos animales y acabar en las cadenas alimentarias de áreas no contaminadas.

3.6 ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR AGUAS CONTAMINADAS ⁽²³⁾

Cuando se ve la superficie de un río o un lago, se observa a simple vista como viajan de un lado a otro, peces, semillas, plantas y otros; además existen virus, bacterias y parásitos que son tan pequeños que solo son visibles a través de un microscopio.

El agua contaminada sirve de vehículo en la transmisión de numerosas enfermedades, entre las que podemos mencionar: el cólera y la fiebre tifoidea, causadas por bacterias; la hepatitis infecciosa, causada por virus; y la disentería amibiana, causada por parásitos.

Se dice que los casos más severos de diarrea son causados por virus (rotavirus), bacterias (Salmonella o Campilobacter), parásitos (Giardia Lamblia), y microorganismos (Escherichia coli). La enfermedad diarreica puede ser temporal o puede ocurrir en brote epidémico donde muchas personas son afectadas.

3.6.1 Efectos generales que causan los contaminantes del agua en los organismos.

Los contaminantes del agua pueden tener muchos efectos diferentes en los organismos, dependiendo siempre del contaminante y del organismo en cuestión. A continuación discutiremos los efectos generales que puede tener un contaminante.

Genotoxicidad

Se sabe de muchos compuestos que causan daños en el ADN cuando entran en el cuerpo de un organismo. Estos compuestos se llaman genotoxinas, debido a su efecto genotóxico. Normalmente, cuando los contaminantes dañan el ADN, un sistema natural de reparación en el organismo lo devolverá a su estado natural, pero cuando este sistema falla

por alguna razón, las células con ADN dañado pueden dividirse. Se producen entonces células mutantes y el defecto se puede extender, haciendo que la descendencia del organismo tenga serios defectos que son a menudo muy perjudiciales para la salud.

Carcinogenicidad

Existen varios contaminantes carcinógenos, lo que quiere decir que inducen cáncer en el cuerpo de humanos y animales. Los contaminantes carcinógenos son contaminantes que intervienen en una o más de las fases de desarrollo de cáncer en un organismo. Los contaminantes pueden ser inductores; esto significa que introducen propiedades cancerígenas en las células de un organismo. También pueden ser promotores, lo que significa que promueven el crecimiento de células que tienen propiedades cancerígenas. Por último, pueden ser progresores, lo que significa que estimulan la división incontrolada y la propagación de las células cancerígenas.

Neurotoxicidad

El sistema nervioso de los organismos es muy sensible a los efectos tóxicos de los compuestos químicos tanto naturales como artificiales. Los compuestos químicos que causan efectos neurológicos se llaman neurotoxinas. Algunos ejemplos de neurotoxinas peligrosas son los insecticidas. Todas las neurotoxinas alteran la transmisión normal de impulsos nerviosos a lo largo de los nervios o a través de las sinapsis. Las

consecuencias de la neurotoxicidad son variadas. Éstas pueden ser temblores musculares no coordinados y convulsiones, disfunción de los nervios y transmisiones, mareos y depresión, o incluso total disfunción de algunas partes del cuerpo.

3.7 RECURSOS HÍDRICOS.

En El Salvador básicamente existen 3 fuentes de agua: Aguas meteóricas, aguas superficiales y aguas subterráneas.

Aguas meteóricas: La oferta hídrica a través de la lluvia, es de un promedio de 1,823 mm anuales que representan un volumen de 38,283 millones de metros cúbicos de agua al año. Sin embargo, a pesar que El Salvador cuenta con una abundante oferta hídrica a través de la lluvia, el agua es escasa en el ámbito de disponibilidad, principalmente para consumo humano y en mayor medida en el área rural. ⁽²⁴⁾

Aguas superficiales: Son aguas que circulan o se encuentran estancadas sobre la superficie terrestre y que componen los océanos, lagos, ríos, etc. ⁽¹³⁾. El volumen de agua superficial existente en El Salvador es de 53,342 millones de metros cúbicos distribuidos en lagos y lagunas en toda la república. ⁽²⁴⁾

Aguas subterráneas: Son aguas que se encuentran bajo tierra, acumuladas generalmente en mantos acuíferos. ⁽¹⁹⁾ Están constituidos por el agua precipitada como la lluvia, que se filtra a través de la tierra ⁽²⁴⁾.

El hombre utiliza las aguas subterráneas por medio de los manantiales (llamados también: ojos de agua) o perforando el suelo para construir los pozos, que constituyen uno de los métodos más antiguos para la obtención de agua. Cuanto más profundo es el pozo mejor calidad física y bacteriológica tiene el agua, porque conforme va atravesando las diferentes capas del suelo y subsuelo, se van eliminando las impurezas. ⁽²¹⁾

El agua presenta diversas condiciones de calidad. Las aguas superficiales son por lo general más turbias que las aguas subterráneas, y tienen un mayor número de bacterias que éstas. Pero las aguas subterráneas concentran una mayor cantidad de productos químicos en disolución, aunque no supera a la cantidad de productos químicos y microorganismos que tiene el agua de mar. ⁽²²⁾

3.8 AGUA POTABLE.

Es un agua apta para consumo humano y para la elaboración de alimentos que presenta una calidad química, física y microbiológica ⁽²⁰⁾ que cumpla los requerimientos establecidos por la normativa de cada país.

El agua potable se produce a través de tratamientos del agua contaminada que proviene de aguas superficiales (lagos, arroyos, lagunas, ríos, mares, océanos y glaciares), subterráneas (pozos profundos) y atmosféricas (lluvias). Esta producción es costosa y compleja.

Las condiciones físicas del agua para ser consideradas como potable son las siguientes: debe ser insípida, inodora e incolora, y con una turbiedad menor a 5 según la unidad nefelométrica. (15)

3.9 PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA. (18)

El agua, por ser un medio de transporte nunca se encuentra “limpia”, porque contiene varias concentraciones de muchos elementos.

Para evaluar la calidad del agua de tal manera que ésta no perjudique la salud del ser humano, se realizan los parámetros físicos y químicos, los cuales determinan las concentraciones en que los elementos químicos se encuentran presentes en el agua. (Ver anexo 1)

3.10 CLASIFICACIÓN DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO. (18)

Las aguas se clasifican en 4 grupos (ver tabla 1) según su calidad para el consumo humano. Para hacer esta clasificación se usan unos 20 parámetros de los cuales, los más importantes son: Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), nitratos, conductividad,

cloruros (Cl⁻), cianuro (CN⁻), recuentos microbiológicos y algunos metales como hierro (Fe), cobre (Cu) y cromo (Cr).

TABLA 1: CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS PARA CONSUMO HUMANO.⁽¹⁸⁾

TIPO	CLASIFICACIÓN
A1	Aguas potabilizables con un tratamiento físico simple como filtración rápida y desinfección.
A2	Aguas potabilizables con un tratamiento físico-químico normal, como precloración, floculación, decantación, filtración y desinfección.
A3	Potabilizable con un tratamiento adicional a la A2, tales como ozonización o carbón activado.
A4	Aguas no utilizables para el suministro de agua potable, salvo casos excepcionales, y con un tratamiento intensivo.

3.11 TRATAMIENTOS PARA POTABILIZAR EL AGUA. ⁽²¹⁾

Actualmente existe un grave problema con respecto al agua, ya que tanto aguas superficiales como subterráneas se encuentran contaminadas, por lo que se ha hecho necesaria aplicar tratamientos de potabilización para:

- Eliminar los microorganismos y sustancias químicas dañinas, que causan serias enfermedades en los seres humanos.
- Evitar que tenga color, olor y sabor desagradable.
- Disminuir el efecto corrosivo, que daña los utensilios de cocina, que bloquea las tuberías y que hace que las cañerías se dañen muy rápidamente.

Entre algunos métodos que podemos emplear para hacer dicho tratamiento tenemos: La filtración, ebullición y desinfección.

Filtración: En este método se utilizan filtros, estos dejan pasar el agua y retienen la tierra, arena y algunas impurezas. El agua sale limpia, pero los filtros dejan pasar algunos microorganismos y sustancias químicas disueltas.

Ebullición: El agua se hierve por unos minutos y los microorganismos mueren. Al enfriarse, se debe pasar varias veces de un recipiente a otro, de esta manera se mezcla con el aire y se convierte en una sustancia digestiva.

Desinfección: Método en el cual, al agua se le añade sustancias químicas como el cloro, el cual elimina los microorganismos.

3.12 SITUACIÓN DEL AGUA EN EL SALVADOR. ⁽²¹⁾

En El Salvador aunque llueve en grandes cantidades en el período lluvioso de mayo a octubre y se cuenta con muchos recursos hídricos como: ríos, quebradas, lagos y lagunas. Los mantos acuíferos o zonas subterráneas donde hay agua, se encuentran contaminadas hasta un 90% de acuerdo con investigaciones que datan desde la década de los '80.

Esta contaminación proviene mayormente de alcantarillas, aguas residuales de uso doméstico, cultivos intensivos, beneficios de café, ingenios de azúcar, industrias químicas, textiles, rastros, curtiembres y botaderos de basura, etc. La mayor parte de estos contaminantes o desechos se vierten

directamente sin tratamiento alguno en ríos, mares y quebradas, generando con ello una alta contaminación que afecta en gran medida a la zona rural y urbana de El Salvador.

La contaminación fecal y por metales pesados, en especial el plomo, son las más importantes, ya que afectan más directamente la salud de la población. Según estadísticas de salud, cada año mueren niñas y niños a causa de enfermedades gastrointestinales, en zonas rurales y zonas empobrecidas urbanas. El plomo es causa de enfermedades crónicas que afectan el desarrollo intelectual de las niñas y niños, ambas situaciones repercuten negativamente en el desarrollo del país.

Se ha establecido que existe sin lugar a duda un vínculo poderoso entre el desarrollo humano y el acceso al agua potable, al saneamiento y a la higiene; así como el que la privación de agua potable es típicamente una dimensión de la condición de pobreza de la población. Este es un punto afirmado en varios procesos de la ONU (Organización de las Naciones Unidas), que se confirmó en la reciente cumbre sobre Desarrollo Sustentable – Johannesburgo 2002.

Sobre el acceso al agua potable en El Salvador se tiene que solo gozan de ella un 78.3% de la población urbana y solo un 25.5% la población rural. Cabe mencionar que en zonas urbanas más del 40% de la población pobre

no tiene abastecimiento por cañería, y que la población rural en su mayoría no se abastece de ella.

En 1996 El Fondo de la Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) concluyó en un estudio que solo el 56.7% de la población tiene acceso a agua potable, y de acuerdo a la Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples en 1998, la mayoría de hogares obtiene agua no apta para beber, por lo que debe comprar el agua para su consumo o tratarla.

CAPÍTULO IV
DISEÑO METODOLÓGICO

4.0. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 TIPO DE ESTUDIO.

El tipo de estudio a realizar es:

- De campo: Porque se estudiará el problema en el escenario natural donde se manifiesta.
- Experimental: Porque se determinará la calidad físicoquímica y microbiológica actual del agua de las comunidades indígenas de Nahuizalco.
- Transversal: Porque se estudiará en un tiempo determinado.

4.2 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA:

- Bibliotecas de:

Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

Facultad de Ingeniería de la Universidad de El Salvador.

Facultad de Química y Farmacia – Biología de la Universidad Alberto Masferrer.

Facultad de Química y Farmacia de la Universidad Nueva San Salvador.

- Investigación en la Unidad de Salud del municipio de Nahuizalco, Sonsonate.

- Investigación a través de la Asociación para el Rescate de la Cultura Ancestral (ARCAS).

- Internet.

4.3 INVESTIGACIÓN DE CAMPO.

Se realizó una entrevista con los líderes de la Asociación para el Rescate de la Cultura Ancestral (ARCAS), con el fin de conocer la problemática existente en sus comunidades. Así como también se realizó un reconocimiento del lugar y de la ubicación de las fuentes de abastecimiento, ya que se estudió el problema en el escenario donde se manifiesta.

4.4 TAMAÑO DE LA MUESTRA

El total de viviendas en los cantones de El Cerrito, Sabana Grande y La Guacamaya, es de 1,126 de las cuales, 752 poseen cañería y 374 no poseen cañería. (Ver anexo 2)

Cálculo para el porcentaje de viviendas con cañería y sin cañería:

$$(752 / 1126) \times 100 = 66.78\% \text{ con cañería}$$

$$(374 / 1126) \times 100 = 33.22\% \text{ no poseen cañería}$$

El método estadístico a realizar es un muestreo: Aleatorio simple. (4)

Utilizando la fórmula siguiente para el cálculo de muestras representativas:

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

En donde:

Z: Nivel de confianza requerida para generalizar la validez de los resultados hacia toda la población, generalmente se trabaja al 95% de confianza.

n: tamaño de muestra.

P: Proporción poblacional de la ocurrencia de un fenómeno.

Q: Proporción poblacional de la no ocurrencia de un fenómeno.

E: Nivel de precisión con que se generalizan los resultados (10%). Error muestral

N: Población total.

Sustituyendo en la fórmula los siguientes valores:

En donde:

P= 0.90, representa el 90% de la ocurrencia de un fenómeno.

Q= 0.10, representa el 10% de la no ocurrencia de un fenómeno.

Z= 1.96

N= 752

E= 0.10

Se tiene:

$$n = \frac{1.96)^2 (0.90) (0.1) X 752}{(752-1) (0.1)^2 + (1.96)^2 (0.90) (0.1)}$$

n = 33 muestras de agua de chorro.

Para las 374 viviendas que no poseen cañería, se estableció tomar 3 muestras aleatorias por cantón, debido a que el representante de ARCAS estableció que la población de dichas comunidades se abastecen de tres fuentes naturales, dando un total de 9 muestras. Por lo que el total de muestras a analizar es de 42 muestras de agua.

TABLA N°2. Distribución de muestras para análisis físicoquímico en los tres cantones.

LUGAR	GRIFO	FUENTE NATURAL
CANTÓN EL CERRITO	14	3
CANTÓN LA GUACAMAYA	15	3
CANTÓN SABANA GRANDE	4	3

Después de haber realizado los muestreos respectivos el total a analizar fueron de 41 muestras de agua, establecidas de la siguiente manera:

TABLA N°3. Distribución real de muestras para análisis físicoquímico en los tres cantones.

LUGAR	GRIFO	FUENTE NATURAL
CANTÓN EL CERRITO	9	5
CANTÓN LA GUACAMAYA	16	1
CANTÓN SABANA GRANDE	6	3
JUAYUA (FUENTE DE DISTRIBUCIÓN EL BORBOLLÓN)	--	1

Para el análisis microbiológico se estableció un tamaño de muestra al azar, en el cual se determinó la recolección de 23 muestras, dichas muestras fueron determinadas utilizando la siguiente fórmula:⁽³⁾

$$N = \sqrt{P \times \text{probabilidad}}$$

En donde:

N= Tamaño de muestra

P= Población total que posee cañería

probabilidad= Probabilidad del suceso

Sustituyendo en la fórmula los siguientes valores:

P= 752

probabilidad= 0.5

Se tiene:

$$N = \sqrt{752 \times 0.5}$$

N= 13.71

En donde 13.71 se le suman las 9 muestras procedentes de fuente naturales dando un total de $22.71 \cong 23$ muestras a recolectar.

Después de haber realizado los muestreos respectivos el total de muestras a analizar fueron de 18 muestras de agua, establecidas de la siguiente manera:

TABLA N°4. Distribución real de muestras para análisis microbiológico en los tres cantones.

LUGAR	GRIFO	FUENTE NATURAL
CANTÓN EL CERRITO	4	4
CANTÓN LA GUACAMAYA	3	1
CANTÓN SABANA GRANDE	1	3
JUAYUA (FUENTE DE DISTRIBUCIÓN EL BORBOLLÓN)	--	1

Estos cambios de distribución para la recolección de muestras, tanto para el análisis fisicoquímico como microbiológico, se debió a que en los 3 cantones a pesar que la mayoría de las viviendas poseen grifo, el servicio de distribución es deficiente, teniendo que abastecerse de otras fuentes naturales.

4.5 PARTE EXPERIMENTAL

Se realizaron pruebas físicoquímicas y microbiológicas a las muestras recolectadas, siendo los parámetros físicoquímicos más representativos para el estudio los siguientes:

- Cloruros
- Conductividad

- Dureza total
- Hierro
- Manganeso
- pH
- Sólidos totales Disueltos
- Temperatura
- Turbidez
- Nitratos
- Sulfatos

Entre los parámetros microbiológicos están:

- Coliformes totales
- Coliformes fecales
- ***Escherichia coli***
- Bacterias heterótrofas
- Organismos patógenos

4.6 MUESTREO. (7)

Muestreo: Es el proceso de separar una pequeña porción del total, de tal manera que la muestra represente el carácter y calidad de la masa de la cual se tomó.

4.6.1 Muestreo para análisis Físicoquímico

CRITERIO PARA LA TOMA DE LA MUESTRA.

Se deben tomar las muestras de agua en donde exista un flujo turbulento que asegure una calidad uniforme en la muestra.

Para el caso de grifos, se deja fluir el agua de 5 a 10 minutos con el fin de desalojar el agua estacionada en la tubería y evitar una posible contaminación. Posteriormente se recoge la muestra en un recipiente limpio, previamente enjuagado con la muestra a tomar.

INTERVALO DE TIEMPO ENTRE EL MUESTREO Y EL ANÁLISIS

El lapso de tiempo que debe permitirse entre el muestreo y el análisis depende de las características de la muestra, del análisis que se le efectúe y de las condiciones de almacenamiento.

PREPARACIÓN DE LOS ENVASES

Los envases deben estar limpios en su interior y debidamente identificados.

La limpieza de ellos se puede hacer con un buen detergente, cuidando de enjuagarlos bien, y luego enjuagarlos dos o tres veces con el agua a analizar; si no se cuenta con ésto, bastará lavar los envases numerosas veces con agua limpia, y luego enjuagarlos con el agua que se va a analizar.

PRESERVACIÓN DE LAS MUESTRAS

Es prácticamente imposible una preservación completa de las muestras, ya sean aguas naturales, residuos domésticos o industriales. Las técnicas de

preservación solo pueden retardar los cambios químicos y biológicos, que, inevitablemente, se producen después de que se tomó la muestra.

En general mientras mas corto sea el tiempo transcurrido entre la toma de la muestra y su análisis más seguros serán los resultados.

Las muestras se refrigeran a una temperatura de 4°C para su análisis respectivo. La recolección se realizó en época lluviosa entre las 6:00a.m. y las 4:00p.m. en cada uno de los días de muestreo.

4.6.2 Muestreo para Análisis Microbiológico. (7)

TOMA DE MUESTRA:

Para la toma de muestras se deben utilizar frascos de plástico y esterilizados. El frasco no se debe destapar hasta el momento del muestreo, no debe tocarse el tapón ni la boca del frasco.

Flamear el grifo por 3 minutos con un mechero de preferencia de alcohol. Abrir el grifo completamente y dejar que el agua fluya por 5 minutos para permitir la limpieza de la línea de servicio. En el momento de muestreo se restringe el flujo de la llave para llenar el frasco sin salpicaduras. Dejar un espacio de aire en el frasco para facilitar el mezclado de la muestra por agitación.

Las muestras deben llevar datos completos de identificación y descripción: Lugar de muestreo, hora de toma de muestra, fecha y nombre de la persona que realiza el muestreo. Las muestras deben transportarse al laboratorio en una hielera a una temperatura de 4°C.

El exámen microbiológico se debe iniciar después de la recolección con un tiempo máximo de 24 horas.

Antes de realizar los procedimientos las muestras deben agitarse 25 veces cada una.

4.7 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

4.7.1 Temperatura

Método: *Métrico*.

Principio: La temperatura del agua en el punto del muestreo, se debe verificar con un termómetro de mercurio, expresándose en grados centígrados, aproximando a grados enteros o fracciones según la precisión requerida. (5)

PROCEDIMIENTO:

Se toma la temperatura introduciendo un termómetro de mercurio directamente en la muestra.

Cálculos:

La lectura de la temperatura es directa en la muestra.

4.7.2 Potencial de hidrógeno (pH) (5)

Método: *Potenciométrico*.

Principio: Para la medición eléctrica del pH, se utilizan dos electrodos:

El electrodo de vidrio y el de calomel.

El electrodo de referencia (calomel), asume un potencial constante, en tanto que electrodo de medición (electrodo de vidrio) genera un potencial sensible al pH, el cual es amplificado y medido sobre una escala graduada; para medir pH.

PROCEDIMIENTO: ⁽¹⁾

1. Presionar botón de encendido.
2. Calibración: Lavar los electrodos con agua destilada, secar.
 - 2.1 Colocar solución buffer 7.0 en un beaker, equilibrar los electrodos por inmersión por un minuto y leer pH y temperatura.
 - 2.2 Sacar electrodos y lavar con agua destilada.
 - 2.3 Sumergir en solución buffer 4.0, ajustar dial, leer pH y temperatura.
 - 2.4 Proceder a lavar electrodos con agua destilada.
 - 2.5 Sumergir los electrodos en solución buffer 9.0, ajustar dial y leer pH y temperatura.
 - 2.6 Lavar electrodos con agua destilada.
3. Sumergir electrodos en la muestra.
4. Esperar un minuto y leer pH y temperatura.
5. Lavar electrodo con agua destilada, e introducirlos en una solución buffer (4.0, 7.0 ó 9.0).
6. Apagar equipo.

Cálculos:

El equipo proporciona la lectura directa.

4.7.3 Conductividad ⁽¹⁾

Método: *Potenciométrico*.

Principio: Se basa en las medidas del potencial de celdas electroquímicas en ausencia de corrientes apreciables. Las concentraciones de los iones se obtienen directamente del potencial de un electrodo de membrana selectiva de iones. Tales electrodos están relativamente libre de interferencias y proporcionan un medio rápido y conveniente para estimaciones cuantitativas de numerosos aniones y cationes importantes.

PROCEDIMIENTO:

1. En un conductivímetro de campo adicionar una cantidad adecuada de la muestra en análisis.
2. Presionar el botón para hacer la lectura.
3. Leer la lectura.

Cálculos:

Lectura directa en unidades de $\mu\text{mhos/cm}$.

4.7.4 Turbidez ⁽¹⁾

Método: *Nefelométrico*

Principio: Se basa en la comparación de la intensidad de la luz dispersada por la muestra en condiciones definidas, y la dispersada por una solución patrón de referencia en idénticas condiciones. Cuanto mayor es la intensidad de la luz dispersada mas intensa es la turbidez.

PROCEDIMIENTO: Para todas las muestras se utiliza el Kit Spectroquant método 113. (Ver anexo 3).

Cálculos:

El equipo proporciona la lectura directa de turbidez.

4.7.5 Sólidos totales disueltos ⁽¹⁾

Método: *Potenciométrico*.

Principio: Se basa en las medidas del potencial de celdas electroquímicas en ausencia de corrientes apreciables. Las concentraciones de los iones se obtienen directamente del potencial de un electrodo de membrana selectiva de iones. Tales electrodos están relativamente libre de interferencias y proporcionan un medio rápido y conveniente para estimaciones cuantitativas de numerosos aniones y cationes importantes.

PROCEDIMIENTO:

1. En el aparato de sólidos totales disueltos adicionar una cantidad adecuada de la muestra en análisis.
2. Presionar el botón para hacer la lectura.
3. Leer la concentración.

Cálculos:

Lectura directa en unidades de partes por millón. (ppm).

4.7.6 Cloruros ⁽⁵⁾

Método: *Argentométrico*.

Principio: En una solución neutra o ligeramente alcalina se puede usar dicromato de potasio para indicar el vire en la valoración de cloruros con nitrato de plata. El cloruro de plata se precipita cuantitativamente antes que se forme el cromato de plata rojo.

Cuando la concentración de cloruros tiende a agotarse, el exceso de iones plata empieza a combinarse con el ión cromato del indicador hasta el punto que es sobrepasado el valor de su producto de solubilidad; formándose así el precipitado café rojizo.

PROCEDIMIENTO: ⁽¹⁾

Análisis de muestra:

1. Pipetear 50.0 mL de muestra o una porción menor y diluir con agua destilada hasta alcanzar un volumen de 50.0 mL
2. Agregar 0.5 mL de indicador mixto y agitar la solución.
3. Si aparece coloración azul-violeta se adiciona gota a gota ácido nítrico 0.1N hasta que la solución cambie a color amarillo.

NOTA: Si después de la adición del indicador mixto aparece coloración amarilla, se adiciona gota a gota solución de NaOH 0.1N hasta que la solución cambia a color azul violeta.

Posteriormente se adiciona gota a gota solución de HNO₃ 0.1N hasta que aparezca coloración amarilla.

4. Agitar la solución y se titula con solución de nitrato de mercurio 0.0141N hasta el punto final, el cual es detectado por un cambio de color amarillo a azul violeta.
5. Preparar un blanco de reactivos agregando 50.0 mL de agua destilada proceder como en los numerales 3 y 4.

Cálculos:

Se emplea la expresión matemática

$$\text{Cl}^- \text{ mg/L} = \frac{(A-B) \times N \times 35,450}{\text{mL de muestra}}$$

De donde:

A= mL gastados en la muestra de solución de Nitrato de Plata 0.0141N

B= mL gastados en el blanco de solución de Nitrato de Plata 0.0141N

N= Normalidad del nitrato de plata.

Ejemplo para Muestra N°1

Datos: mL gastados por la muestra en la 1º valoración: 3.6mL

mL gastados por la muestra en la 2º valoración: 3.5mL

mL gastados por el Blanco: 2.1mL

mL de muestra: 10.0mL

Normalidad del nitrato de plata: 0.0141N

Sustituyendo en fórmula:

$$\text{Cl}^- \text{ mg/L} = \frac{(A-B) \times N \times 35,450}{\text{mL de muestra}}$$

$$\text{Cl}^- \text{ mg/L} = \frac{(3.6\text{mL}-2.1\text{mL}) \times 0.0141\text{N} \times 35,450}{10.0 \text{ mL}} = 74.97 \text{ mg/L}$$

$$\text{Cl}^- \text{ mg/L} = \frac{(3.5\text{mL}-2.1\text{mL}) \times 0.0141\text{N} \times 35,450}{10.0 \text{ mL}} = 69.98 \text{ mg/L}$$

En donde la concentración promedio de ambos resultados es: **72.47 mg/L** de cloruro. (ver Anexo 4)

4.7.7 Nitratos ⁽¹⁾

Método: *Espectrométrico Ultravioleta Selectivo.*

Esta técnica solamente se utiliza para seleccionar muestras con bajo contenido en materia orgánica, es decir, aguas naturales no contaminadas y suministros de agua potable.

La medida de la absorción UV a 220 nm hace posible la determinación rápida de NO_3^- . Dado que la materia orgánica disuelta puede absorber también a 220 nm y NO_3^- no lo hace a 275 nm, se puede utilizar una segunda medida a 275 nm para corregir el valor de NO_3^- . Esta corrección empírica dependerá de la naturaleza y concentración de la muestra orgánica y puede variar de unas aguas a otras. En consecuencia este método no es recomendable cuando se precise una corrección importante para la

absorbancia de la materia orgánica, aunque puede ser útil para controlar los niveles de NO_3^- en un sistema de aguas, con un tipo constante de materia orgánica.

La filtración de la muestra tiene por objeto eliminar posibles interferencias de las partículas suspendidas. La acidificación con HCl 1N sirve para impedir interferencias por contaminación de hidróxidos y carbonatos de hasta 1000 mg de CaCO_3/L . El cloruro no afecta a la determinación.

PROCEDIMIENTO:

Tratamiento de la muestra:

Sobre 50.0 mL de muestra transparente, filtrada si fuera preciso, añádase 1.0 mL de solución de HCl 1N.

Preparación de la curva patrón:

Preparar estándares de Nitrato para elaborar la curva de calibración en las concentraciones de 0.0, 1.0, 2.0, 4.0, 7.0, 15.0, 30.0, 40.0 y 60.0 mg NO_3^- -N/L por dilución a 50.0 mL de solución intermedia de NO_3^- . Tratar los patrones de NO_3^- del mismo modo que las muestras.

Medida espectrofotométrica:

Leer la absorbancia o transmitancia frente a agua redestilada, ajustar a cero de absorbancia. Utilizar la longitud de onda de 220 nm para obtener la lectura de NO_3^- y 275 nm para determinar la interferencia debida a materia orgánica disuelta.

Cálculos:

Para muestras y patrones, restar 2 veces la absorbancia leída a 275 nm de la lectura a 220 nm para obtener la absorbancia debida de NO_3^- . Trazar la curva patrón comparando la absorbancia debida a Nitrato con la concentración NO_3^- -N del patrón utilizando las absorbancias corregidas de la muestra. Obtener la concentración directamente a partir de la curva patrón. (ver Anexo 5).

4.7.8 Dureza ⁽⁵⁾

Método: *Volumétrico*

Principio: El EDTA y sus sales de sodio forman un quelato complejo soluble cuando se agregan a una solución de ciertos cationes metálicos. Si agregamos un indicador como negro de eriocromo T a dicha solución a un valor de pH 10.0 más o menos 0.1, la solución vira al rojo vino.

Durante la titulación con EDTA, todos los iones de dureza que están libres forman un complejo y finalmente el EDTA en exceso destruye el complejo Metálico negro de eriocromo T(M) para formar el complejo M-EDTA que es estable, éste libera al colorante que adquiere un color normal azul.

Se emplea una solución valorada de Acido Etilen Diamino Tetra Acético (EDTA) o sales de sodio, estos compuestos son agentes quelantes que forman complejos muy estables con el calcio y el magnesio y otros iones divalentes que causan dureza.

El uso de este método depende, de la presencia de un indicador que determina el EDTA en exceso, o el momento en que todos los iones causantes de la dureza se han combinado.

PROCEDIMIENTO: (1)

1. En un beaker de 100.0 mL, tomar una alícuota de 50.0 mL de muestra o una alícuota menor diluida con agua destilada hasta alcanzar un volumen de 50.0 mL.
2. Añadir 2.0 mL de solución amortiguadora de Hidróxido de Amonio.
3. Agregar 2 gotas de la solución indicadora de negro de eriocromo T y agitar suavemente la solución.
4. Titular con solución EDTA 0.01M sobre una superficie blanca hasta el punto final, cuando la solución cambia del color rojo vino a azul.

Nota: La ausencia o cambio débil del color en el punto final suele indicar la presencia de iones de interferencia. Se debe repetir el análisis y se agrega 1.0 mL de la solución inhibidora III a la muestra, después de ajustar el pH con la solución amortiguadora.

Cálculos:

Para dureza total

$$\text{Dureza (CaCO}_3\text{) en mg/L de} = \frac{\text{mL de EDTA} \times 1000}{\text{mL de muestra}}$$

Ejemplo para Muestra N°1

Datos:

mL de EDTA gastados por la muestra en la 1^o valoración: 6.2mL

mL de EDTA gastados por la muestra en la 2^o valoración: 6.3mL

mL de muestra: 50.0mL

Sustituyendo en fórmula:

$$\text{Dureza (CaCO}_3\text{) en mg/L} = \frac{\text{mL de EDTA} \times 1000}{\text{mL de muestra}}$$

$$\text{Dureza (CaCO}_3\text{) en mg/L} = \frac{6.2\text{mL} \times 1000}{50.0 \text{ mL}} = 124.0 \text{ mg/L}$$

$$\text{Dureza (CaCO}_3\text{) en mg/L} = \frac{6.3\text{mL} \times 1000}{50.0 \text{ mL}} = 126.0 \text{ mg/L}$$

En donde la concentración promedio de ambos resultados es: **125.0 mg/L** de CaCO₃ . (ver Anexo 6)

4.7.9 Manganeseo ⁽¹⁰⁾

Método: *Fotométrico*

Principio: La medición se basa en una reacción de color entre un reactivo específico y la sustancia contenida en la muestra. De la disminución de la intensidad luminosa que experimenta un rayo de luz monocromática al

atravesar la solución coloreada, se puede deducir la concentración de la sustancia disuelta.

PROCEDIMIENTO:

Para todas las muestras se utiliza el kit Spectroquant 14770, método 45. (Ver anexo 3).

Cálculos:

El equipo proporciona la lectura directa de la concentración.

4.7.10 Hierro ⁽¹⁰⁾

Método: *Fotométrico*

Principio: La medición se basa en una reacción de color entre un reactivo específico y la sustancia contenida en la muestra. De la disminución de la intensidad luminosa que experimenta un rayo de luz monocromática al atravesar la solución coloreada, se puede deducir la concentración de la sustancia disuelta.

PROCEDIMIENTO:

Para todas las muestras se utiliza el kit Spectroquant 14549, método 107. (Ver anexo 3).

Cálculos:

El equipo proporciona la lectura directa de la concentración.

4.7.11 Sulfatos ⁽⁵⁾

Método: *Espectrofotométrico*

Principio: El ión sulfato, se precipita con cloruro de bario como sulfato de bario, en un medio ácido (buffer A: Cloruro de magnesio, Acetato de sodio,

Nitrato de potasio y Acido acético 99.0%). En condiciones que permitan la formación de cristales de sulfato de bario de tamaño uniforme. Se mide la absorbancia de la suspensión de sulfato de bario por medio de un espectrofotómetro a una longitud de onda 420 nm y se determina la concentración del ión sulfato por comparación de la lectura con la curva de calibración elaborada con estándares preparados de una solución patrón de sulfatos.

PROCEDIMIENTO:⁽¹⁾

1. Tomar 100.0 mL de muestra y colocarla en un erlenmeyer de 100.0 mL.
2. Adicionar 20.0 mL de buffer A (Cloruro de magnesio, Acetato de sodio, Nitrato de potasio y Acido acético 99.0%).
3. Introducir un agitador magnético al erlenmeyer y agitar por 60 segundos.
4. Agregar Cloruro de bario a la solución desde el momento en que se empieza a agitar.
5. Leer a una longitud de onda de 420 nm en el Espectrofotómetro Ultra violeta-visible.

Nota: El tiempo de lectura de la solución no debe exceder de 5 minutos.

Preparación de estándares para la elaboración de la curva de calibración:

Solución Patrón de Sulfatos: Pesar 0.1479 g de Sulfato de Sodio Anhidro, y aforar a 250.0 mL.

Tomar 15.0 mL de la solución patrón y llevar a 100 mL para obtener una concentración de 14.4 mg/L. Proceder de la misma forma para volúmenes de

20.0, 25.0, 30.0 y 40.0 mL para obtener concentraciones de 19.2, 24.0, 28.8 y 38.4 mg/L.

Cálculos:

Por interpolación en la curva de calibración se conoce la concentración de sulfatos presentes en las muestras en ppm (partes por millón). (ver Anexo 7).

4.8 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO ⁽¹³⁾

4.8.1 Coliformes totales y Coliformes fecales.

Método: *Método de los tubos múltiples.*

Fundamento: En el método de los tubos múltiples (TM), se siembran o inoculan volúmenes parciales de una muestra de agua en una serie de tubos de ensayo que contienen un medio de caldo de cultivo adecuado.

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

Para la prueba confirmativa, se siembra material tomado de los tubos con reacción positiva en un medio de cultivo más selectivo. Después de un intervalo de tiempo apropiado, se examinan los tubos para detectar la formación de gas, como en la prueba anterior. Entonces, a partir del número de tubos con resultado positivo obtenidos en la prueba confirmativa, se puede estimar la concentración de bacterias en la muestra. El número más

probable (NMP) de bacterias presentes se puede calcular utilizando tablas estadísticas especialmente diseñadas. (Ver anexo 8)

PROCEDIMIENTO:

PRUEBA PRESUNTIVA.

1. Inocular 10.0 mL de muestra en 5 tubos con caldo de lauril triptosa. Realizar el mismo procedimiento para 5 tubos más con 1.0 mL de muestra y otros 5 tubos para 0.1 mL de muestra. Incubar por 24 horas a 35°C ó 37°C.
2. Separar los tubos que dieron la prueba presuntiva positiva, con la formación de gas, con los que dieron negativa.
3. Incubar por otras 24 horas los tubos donde no hubo formación de gas.
4. Al finalizar este período adicional de 24 horas, volver a observar los tubos para detectar la producción de gas. Se presume que la producción de gas al final de la incubación de 24 ó 48 horas sea causada por la presencia de organismos coliformes en la muestra.

PRUEBA CONFIRMATIVA.

5. La prueba confirmativa debe llevarse a cabo al finalizar tanto la incubación de 24 horas como la de 48 horas. Utilizando un asa, transferir una o dos gotas de cada tubo presuntivamente positivo a su correspondiente tubo estéril con caldo verde brillante para su confirmación.
6. Para confirmar la presencia de coliformes, incubar durante 48 horas a 35°C ó 37°C cada tubo presuntivamente positivo.

7. Revise los tubos al final del período de incubación de 48 horas; la presencia de gas confirma la presencia de coliformes fecales en la muestra.

Cálculos: Determinar el número más probable. (Ver anexo 8)

4.8.2 Determinación de *Escherichia coli*⁽¹⁾.

PROCEDIMIENTO:

Se estudian todos los tubos de fermentación presuntivos que hayan mostrado alguna cantidad de gas o un fuerte crecimiento durante las 48 horas de incubación en la prueba de confirmación de Coliformes totales.

- Agitar suavemente o girar los tubos de fermentación que muestran gas o un fuerte crecimiento. Con un asa estéril de metal de 3mm de diámetro o un aplicador de madera estéril, pasar el cultivo de cada tubo de fermentación a los medios EMB y Agar Coliforme. (Ver anexo 9).

SIEMBRA:

La siembra se hace por estrías tanto en agar EMB como en Agar Coliforme.

Se inocula la muestra en la superficie de la placa, incubando a 24 horas a 37°C. Posteriormente se observa el crecimiento en las placas, dando un resultado positivo de *E. coli* el siguiente:

TABLA N°5 Resultados y observaciones en medio Agar EMB y Agar Coliforme

MEDIO	RESULTADO	OBSERVACIÓN
<i>Agar EMB</i>	Positivo	Brillo verde metálico
<i>Agar Coliforme</i>	Positivo	Colonias moradas

4.8.3 Recuento Heterótrofo de Placa. ⁽¹⁾

Método placa fluida.

El recuento heterótrofo de placa (RHP), anteriormente determinado recuento estándar en placa es un procedimiento cuyo objeto consiste en calcular el número de bacterias vivas heterótrofas que existen en el agua y medir los cambios que se producen a raíz del tratamiento y distribución de las aguas. Las colonias pueden surgir en pares, cadenas, grupos o células únicas, todas ellas englobadas bajo el término de unidades formadoras de colonias (UFC). El número final depende de la interacción entre las colonias en desarrollo.

Antes de proceder al estudio de la o las muestras marcar cada placa con el número de la muestra, la dilución, la fecha y cualquier otra información necesaria. Preparar cada volumen de muestra o de dilución como mínimo por duplicado. En el caso de los métodos de placa fluida o difusa, utilizar placas de petri de vidrio (65cm²) o desechables de plástico (57cm²).

Mezclar cuidadosamente todas las muestras o diluciones mediante unos veinticinco movimientos completos de arriba abajo (y de adelante atrás).

También se puede utilizar un agitador mecánico durante 15 segundos para agitar las muestras o las diluciones.

MEDIO

Utilizar para los métodos de placas fluidas y difusas.

Recuento de placa de agar (agar triptosa glucosa, levadura).

SIEMBRA

Licucción del medio.

Licuar el medio de agar sólido estéril en agua hirviendo o someterlo a un chorro de vapor en un envase parcialmente cerrado para evitar una excesiva exposición a temperaturas innecesariamente elevadas durante y después de la licuefacción. No se reesterilizará el medio cuando ya esté en la placa.

Desechar el agar líquido que contenga precipitados.

Mantener el medio líquido en un baño de agua entre 44 y 46°C hasta que llegue el momento de usarlo. En un envase diferente, colocar un termómetro en agua o medio que haya estado expuesto al mismo calentamiento y enfriamiento que la placa que contiene el medio.

VERTIDO EN LAS PLACAS

Limitar el número de muestras de siembra en una serie, de manera que no transcurran más de 20 minutos (mejor aún 10) entre la dilución de la primera muestra y la adición del medio a la última placa de la serie. Verter al menos 10-12 mL de medio licuado, manteniendo a 44-46°C en cada placa y levantar suavemente la tapadera lo suficiente para introducir el medio. Evitar el vertido del medio fuera del envase o en el borde de la placa. Una vez

añadido el medio a todas las placas, mezclar cuidadosamente el medio líquido con la porción de muestra en estudio previamente colocada en la placa, con cuidado de no proyectar la mezcla contra el borde, mezclar por la técnica del 8. Dejar solidificar las placas (10 minutos) e invertir y colocar en la incubadora.

CONTROLES ESTÉRILES

Comprobar la esterilidad del medio y de los blancos de agua de dilución preparando con ellos placas fluidas en cada serie de muestras. Preparar controles adicionales para determinar la contaminación de las placas, pipetas y el aire de la habitación.

INCUBACIÓN

Según disposiciones de la EPA de Estados Unidos debe incubarse a 35°C durante 48 horas.

RECUENTO Y REGISTRO

Placas fluidas

Inmediatamente después de la incubación, contar todas las colonias de las placas seleccionadas.

4.8.4 Detección de Bacterias Patógenas. (1)

PROCEDIMIENTO:

Se estudian todos los tubos de fermentación presuntivos que hayan mostrado alguna cantidad de gas o un fuerte crecimiento durante las 48 horas de incubación en la prueba de confirmación de Coliformes totales.

Procedimiento:

- Agitar suavemente o girar los tubos de fermentación que muestran gas o un fuerte crecimiento. Con un asa estéril de metal de 3mm de diámetro o un aplicador de madera estéril, pasar el cultivo de cada tubo de fermentación a los medios de Agar Salmonella-Shigella y Agar Cetrimide. (Ver Anexo 9)

MEDIO AGAR SALMONELLA-SHIGELLA

La inoculación se hace por medio de un estriado sobre la superficie de la placa, incubando a 37°C por 24 horas.

Se considera como reacción positiva si sobre las placas se observa lo siguiente:

TABLA N°6 Resultados y observaciones en medio Agar Salmonella-Shigella

MEDIO	RESULTADO	OBSERVACION
<i>Shigella</i>	Positivo	Colonias incoloras
<i>Salmonella</i>	Positivo	Colonias traslúcidas casi transparentes con un punto negro en el centro

MEDIO AGAR CETRIMIDE (solo para crecimiento de Pseudomona).

La inoculación de la muestra se hace por medio de un estriado sobre la superficie de la placa, incubando a 24 horas a 37°C.

El resultado positivo de la prueba se observa de la siguiente manera:

TABLA N°7 Resultado y observación en medio Agar Pseudomona aeruginosa

MEDIO	RESULTADO	OBSERVACION
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	Positivo	Produce fluorescencia, color a verde amarillento, y las colonias se vuelven verdes.

CAPITULO V
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.0. RESULTADOS

Los resultados obtenidos se presentan de acuerdo a la secuencia seguida para la realización de cada uno de los análisis propuestos: Físicoquímicos y microbiológicos ya que son los parámetros indicados para determinar la calidad sanitaria del agua.

En el Anexo N°10 se expone la información general del agua recolectada y los lugares de recolección de las muestras a las cuales se les realizó el análisis físicoquímico. Se hicieron tres muestreos aleatorios en diferentes fechas y horas por cada lugar escogido.

Los resultados obtenidos en los análisis físicoquímicos de las 41 muestras para la determinación de temperatura, pH, conductividad, turbidez, sólidos totales disueltos, cloruros, nitratos, dureza total, manganeso, hierro y sulfatos, aparecen resumidos en el Anexo N°11.

En el Anexo N°12 se presenta la información general de las muestras de agua tomadas en los tres muestreos aleatorios realizados en diferentes fechas y horas, en donde se especifica las muestras a las cuales se les realizó los análisis microbiológicos.

Los resultados obtenidos en los análisis microbiológicos para la determinación de Coliformes Totales, Coliformes Fecales, ***Escherichia coli***,

Bacterias Heterótrofas y Organismos Patógenas, aparecen resumidos en el Anexo N°13.

Con respecto a los límites admisibles para cada uno de los parámetros Físicoquímicos, se tomaron en cuenta los establecidos por la Norma Salvadoreña para Agua Potable NSO 13.07.01:97, y para cada uno de los parámetros Microbiológicos se tomaron en cuenta los establecidos por la Norma Salvadoreña para Agua Potable NSO 13.07.01:99, los cuales se pueden observar en el Anexo N°14.

5.1 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

5.1.1 TEMPERATURA

Para la temperatura, la norma salvadoreña para agua potable NSO 13.07.01:97 establece un rango de 18° a 30 °C, para ser considerada agua potable. En la figura N°1 se puede observar que todas las muestras se encuentran dentro del rango de temperatura establecido, ya que la temperatura varió entre 22° a 28 °C, lo cual se considera aceptable debido a que altas temperaturas en el agua, ocasionan mayor solubilidad de las sales y por lo tanto, cambios en la conductividad y el pH del agua.

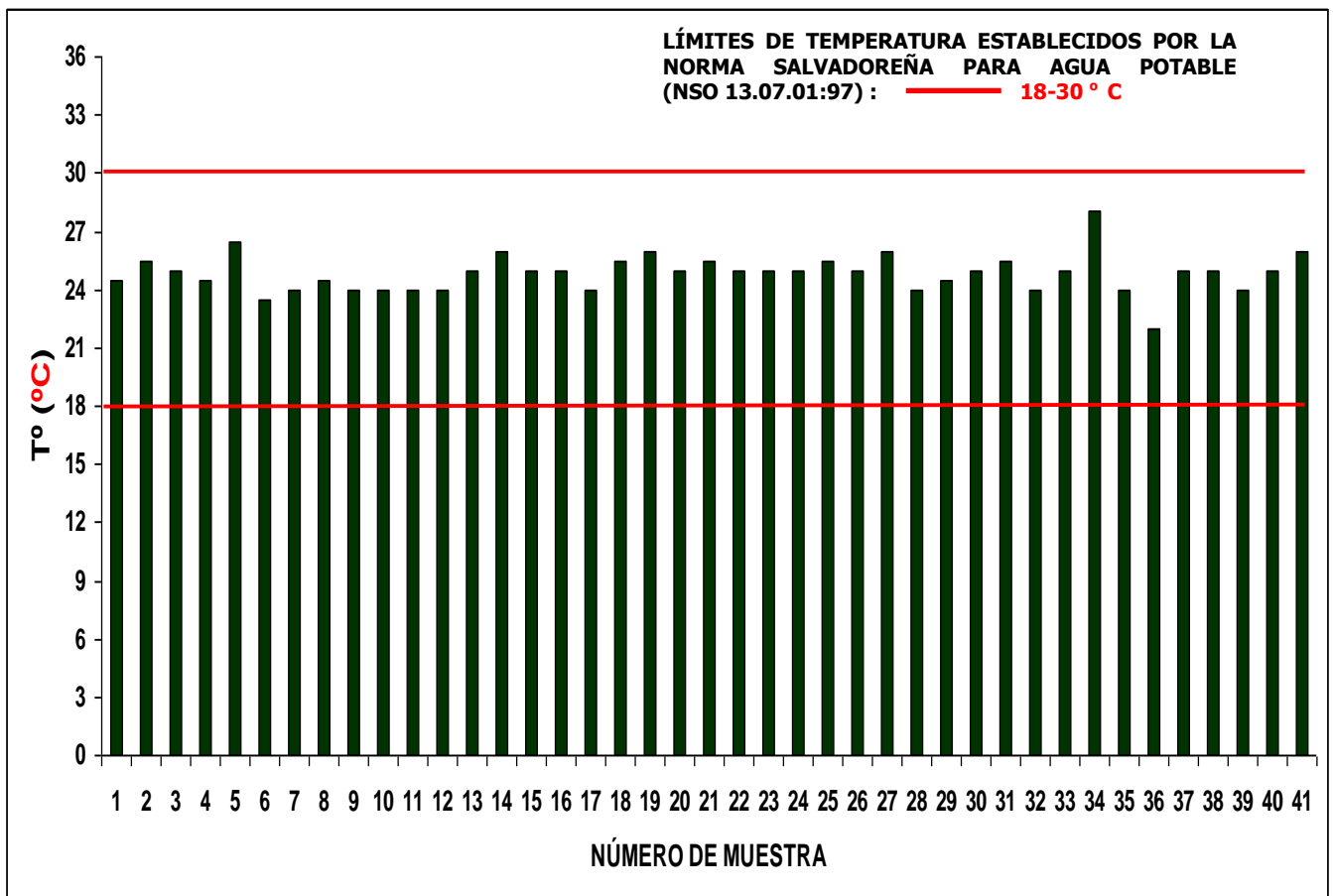


Fig. N° 1. TEMPERATURA (°C) vs. NÚMERO DE MUESTRA.

5.1.2 POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)

Con respecto al pH del agua, la Norma Salvadoreña para Agua Potable NSO 13.07.01:97 especifica un rango de entre 6.0 – 8.5, valores menores a 6.0, disuelven los metales pesados que pudieran estar presentes en el agua, siendo más fácilmente absorbidos por las personas. La muestra N°3, proveniente del único pozo artesanal que se encontró, el valor de pH no es aceptable ya que su valor está por debajo del valor recomendado.

Para las muestras N°4 y N°5 provenientes de Pocitas las Riveras 1 y 2 respectivamente, se observa que tienen los valores más bajos de pH. Esto probablemente se deba a que los suelos de la zona sean suelos silíceos, lo cual origina un pH ácido en los nacimientos de agua del lugar.

Para las muestras N°13 y 20, provenientes de Río Las Flores y de La Quebrada Regis Martínez respectivamente, aunque los valores de pH se encuentren casi en el límite, éstas no se consideran aceptables para consumo humano; lo mismo sucede con las muestras N°15, 16, 17, 18, 19, y 21, todas procedentes de grifos de casas (Ex Plan Sabar) y las muestras N° 24 y 25 también procedentes de grifos de casas (Proyecto Cooperativa Las Lictorias).

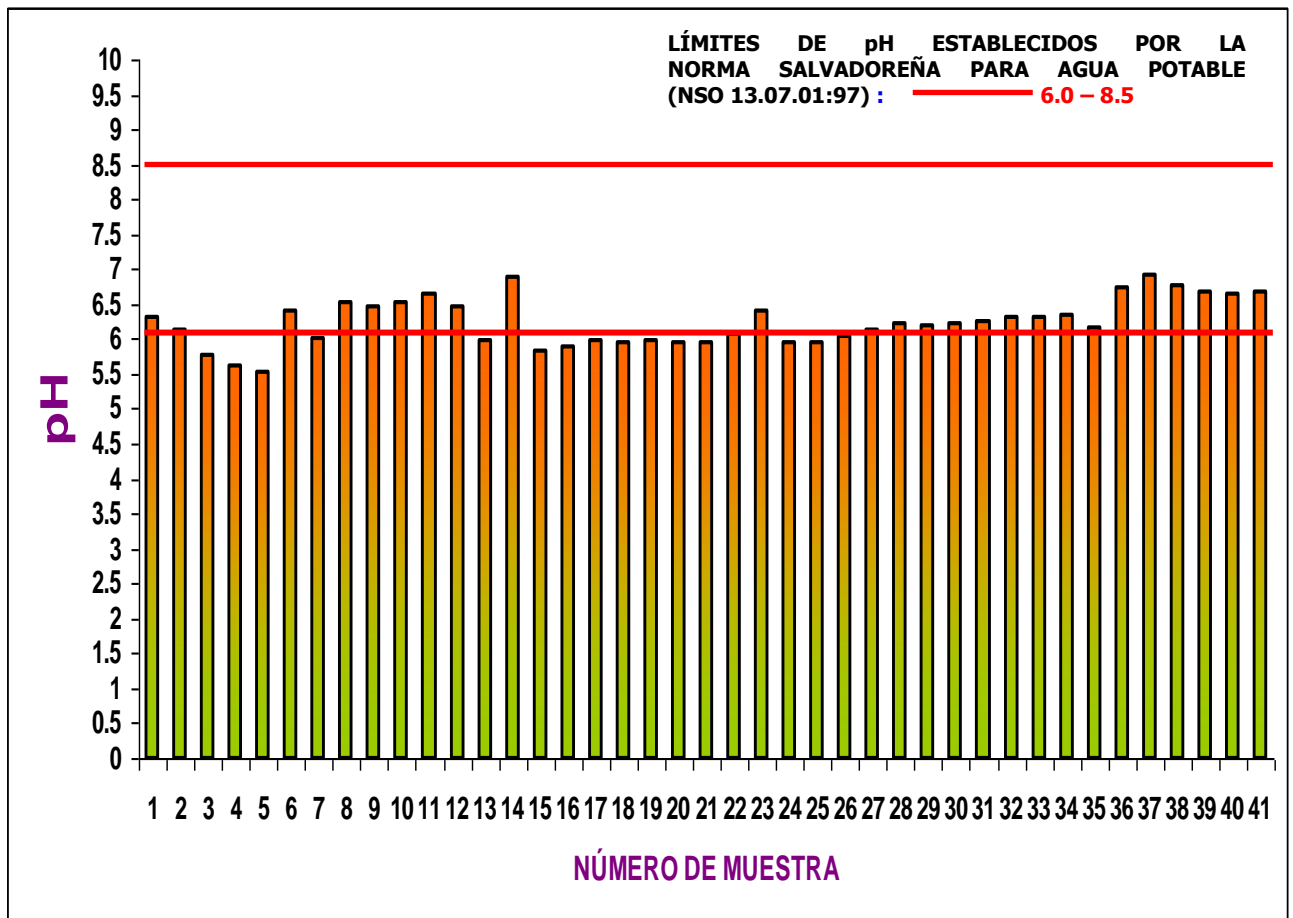


Fig. N° 2. POTENCIAL HIDRÓGENO (pH) vrs. NÚMERO DE MUESTRA.

5.1.3 CONDUCTIVIDAD

En la figura N°3 se muestra la conductividad de las 41 muestras de agua, las cuales ninguna entra en el rango establecido por la Norma Salvadoreña para Agua Potable NSO 13.07.01:97 que es de 500.0 – 1600.0 Microhoms/cm, ya que el mayor dato fue el de la muestra N°2, proveniente de La Pila El Amate, que tenía 190 Microhoms/cm. La baja conductividad de las muestras, nos indica que existe poca cantidad de sales disueltas en iones, lo cual se puede ver reflejado en los valores de dureza total (figura N°8).

**LÍMITES PARA LA CONDUCTIVIDAD ESTABLECIDOS
POR LA NORMA SALVADOREÑA PARA AGUA POTABLE
(NSO 13.07.01:97) ——— 500.0 – 1600.0
Microhoms/cm**

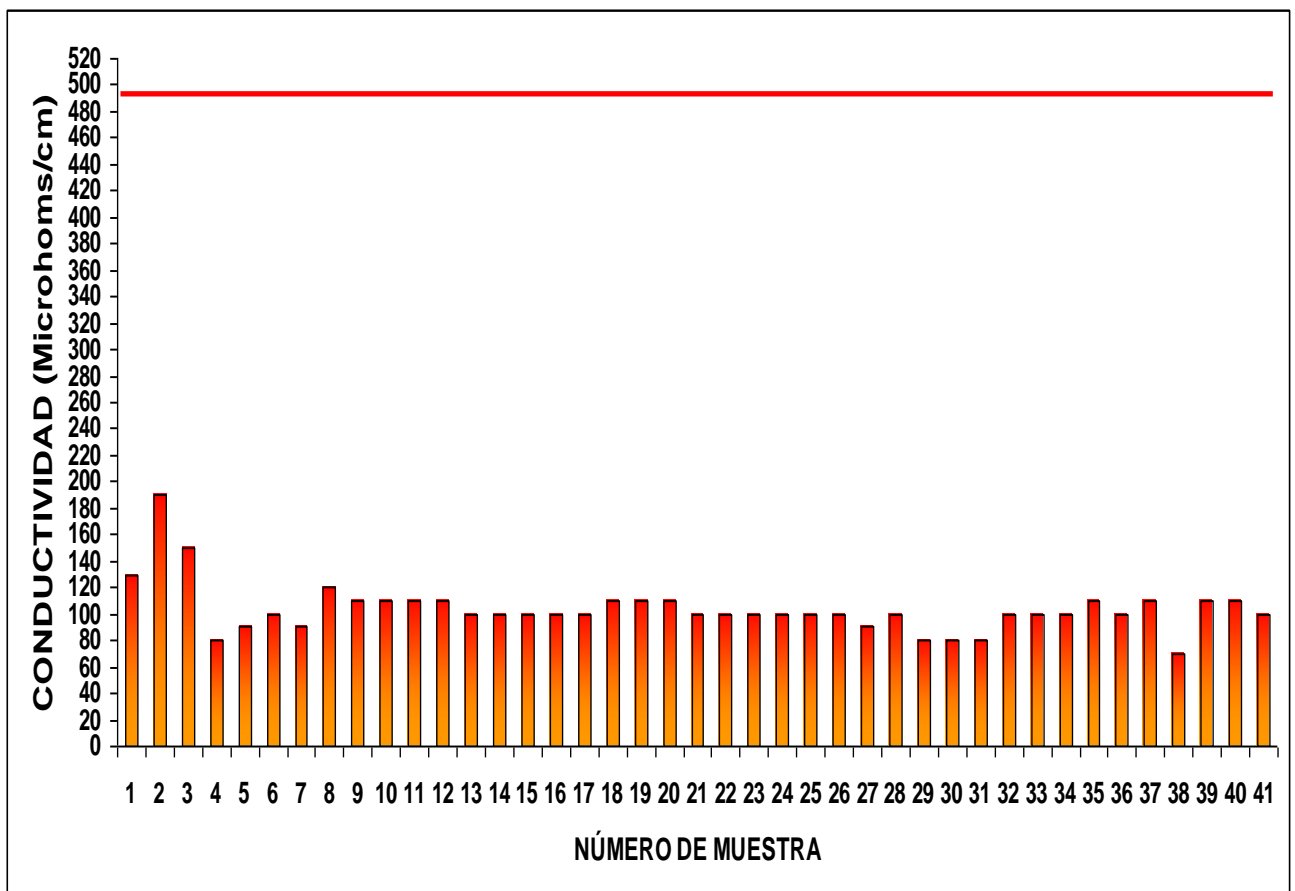


Fig. N° 3 CONDUCTIVIDAD (Microhoms/cm) vrs. NÚMERO DE MUESTRA.

5.1.4 TURBIDEZ

Los resultados de turbidez, se ven reflejados en la figura N°4, en donde se observa que todas las muestras, a excepción de las muestras N°.1 (Procedente de Pila El Mango) y N°2 (Procedente de La Pila El Amate) están por debajo de los límites establecidos por la Norma Salvadoreña para Agua Potable NSO 13.07.01:97 que son de 1.0 – 5.0 UNF; lo cual se considera satisfactorio, ya que ésto quiere decir que la mayoría de las muestras están libres de sólidos en suspensión. En el caso de las muestras N°1 y 2, las unidades de turbidez fueron de 4 UNF para ambas; sin embargo, el resultado se considera satisfactorio ya que se encuentra dentro del rango permisible; ya que dichas muestras fueron tomadas de pilas en donde se observó pequeñas impurezas visibles.

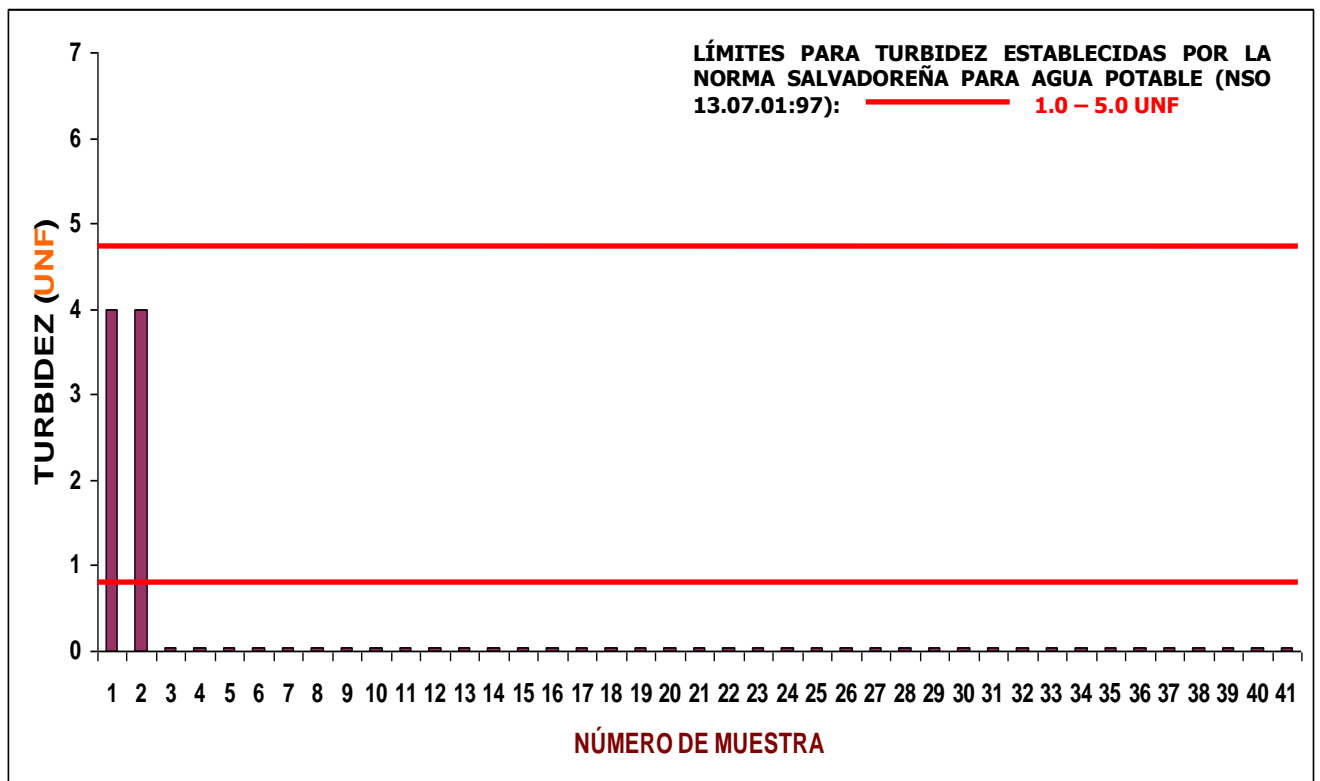


Fig. N° 4. TURBIDEZ (UNF) vrs. NÚMERO DE MUESTRA.

5.1.5 SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS

Los sólidos totales disueltos (figura N°5) tienen mucha relación con la turbidez, ya que altas concentraciones impiden la penetración de la luz y afectan negativamente la calidad del agua para consumo humano. En el caso de las 41 muestras analizadas, todas se encuentran por debajo del valor recomendado por la Norma Salvadoreña para Agua Potable NSO 13.07.01: 97 de 300 a 600 mg/L, lo cual es aceptable para un agua que es consumida. Como se puede observar, las muestras N°1 y N°2, son las que poseen valores relativamente más altos de sólidos disueltos comparándolas con las demás muestras aunque siempre se encuentran por debajo del valor recomendado; lo cual se puede comprobar en la figura N°4 de turbidez.

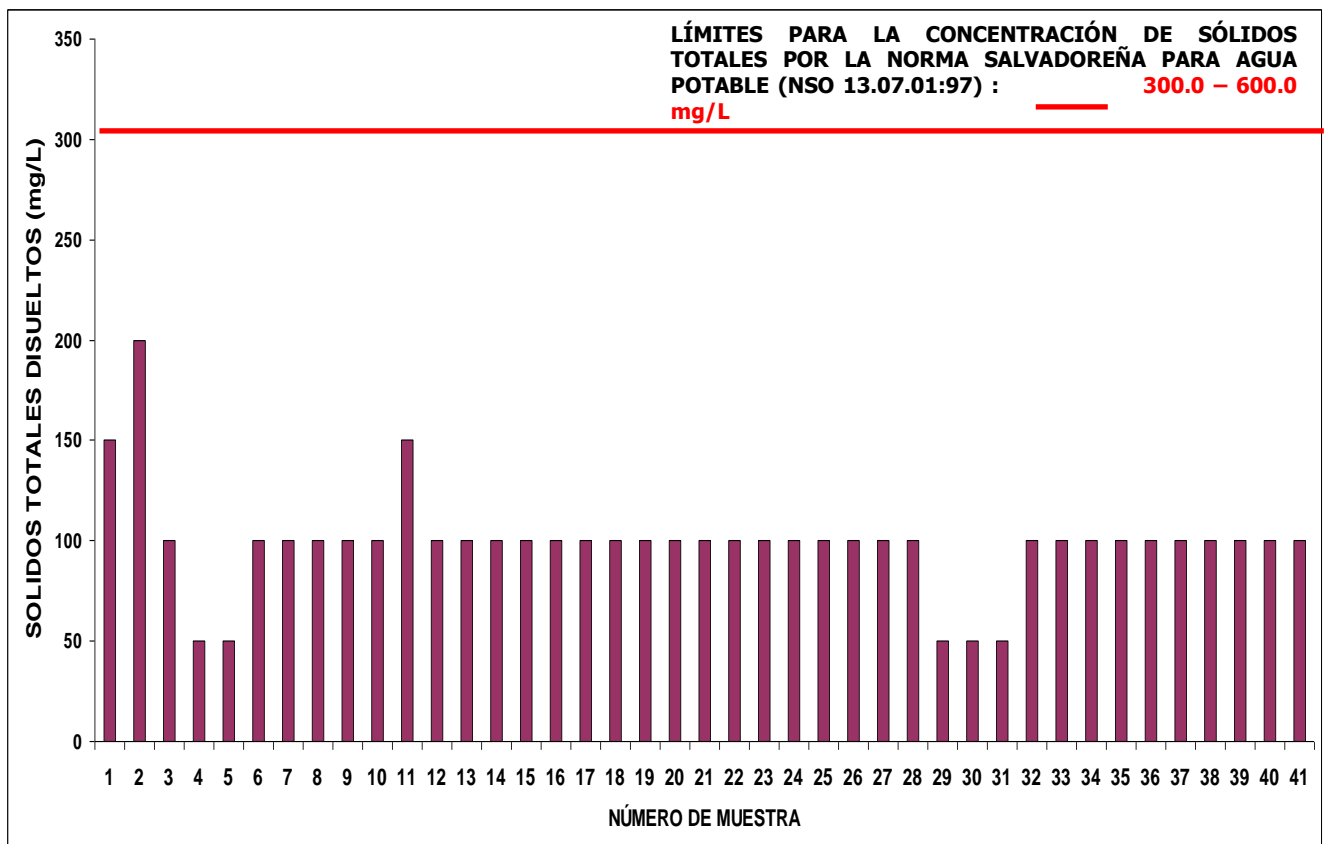


Fig. N° 5. SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS (mg/L) vrs. NÚMERO DE MUESTRA.

5.1.6 CLORUROS

En la figura N°6, se ven reflejados los datos de cloruros. La determinación del ión cloruro en el agua es necesaria debido a que concentraciones de hasta 200 mg/L dan un indicio de contaminación por orina; sobre todo en el agua de pozos que permiten a veces descubrir infiltraciones procedentes de pozos negros que contaminan las aguas subterráneas.

La muestra N°3 a pesar de ser agua procedente de un pozo superficial de casa, la concentración de cloruros no llega a los 50 mg/L, lo cual es satisfactorio para ser un agua subterránea.

Para el resto de las muestras, la concentración de cloruros se encuentra dentro del rango permisible según la Norma Salvadoreña para Agua Potable NSO 13.07.01:97 que es de 25.0-250.0 mg/L. Concentraciones superiores a 250.0 mg/L dan un sabor salino al agua siendo desagradable para el consumo humano.

La muestra N°13, (procedente del Río Las Flores), las muestras N° 14, 15, 16, 17, 18, 22, 23, 28, 32, 33, 34, 37 y 40, (todas procedentes del Ex Plan Sabar), las muestras N°24, 25, 27, (procedentes del Proyecto Cooperativa Las Lictorias), la muestra N°26, (procedente del Nacimiento de agua Cooperativa Las Lictorias), las muestras N°30, 31, (procedente de La Tejera), la muestra N° 35, (procedente de la quebrada Las Américas), y la muestra N°41, (procedente del proyecto Unión Europea); el valor de cloruros está por debajo del valor recomendado; esto se debe a la procedencia de las zonas, puesto que el ión cloruro es un componente natural del suelo y su concentración depende en gran parte del origen de éste.

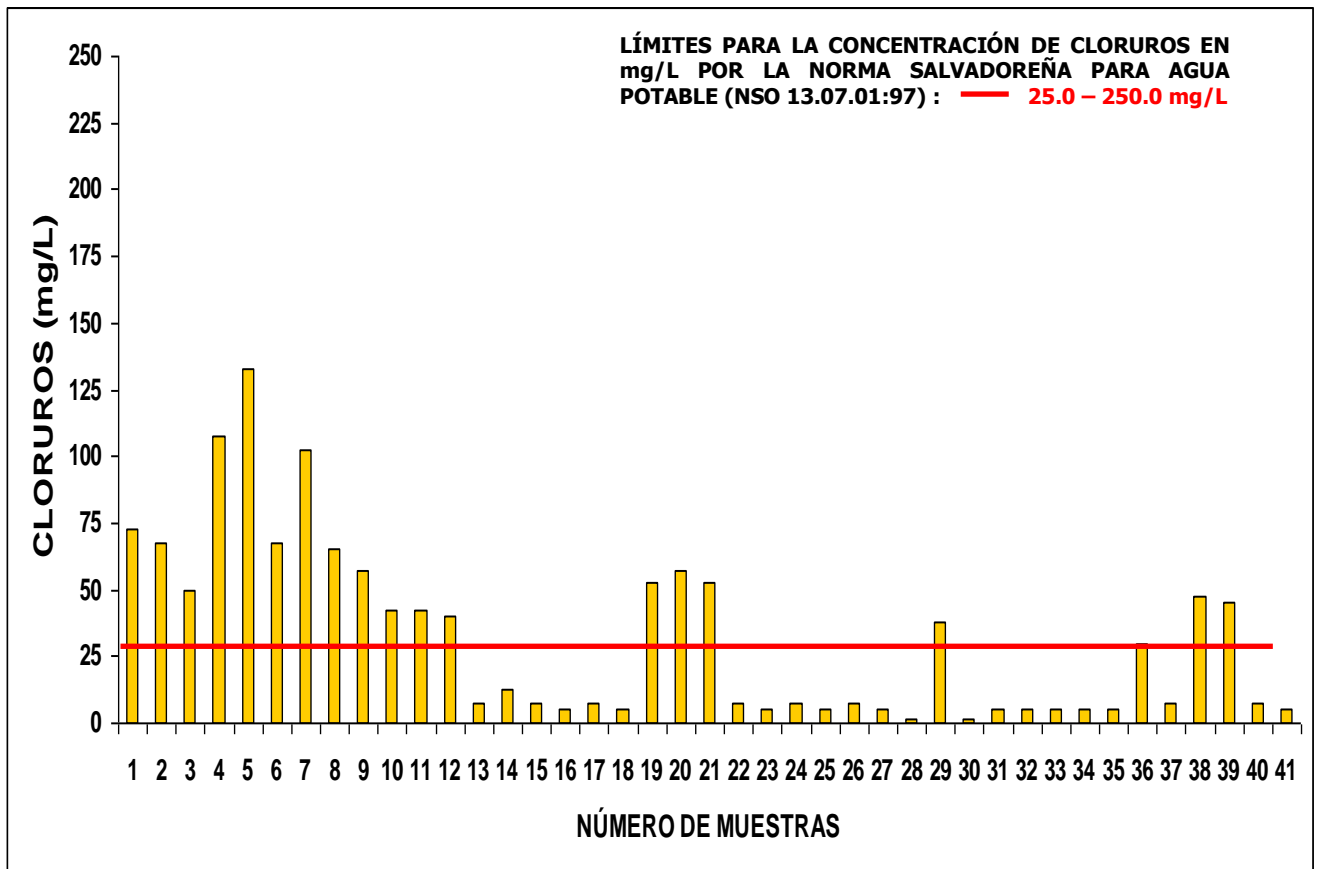


Fig. N° 6. CONCENTRACIÓN DE CLORUROS (mg/L) vrs. NÚMERO DE MUESTRA

5.1.7 NITRATOS

La figura N°7 refleja los datos de nitratos en las muestras de agua, en el cual se puede observar que todas las muestras, a excepción de la N°38, (procedente del Ex Plan Sabar) se encuentra por debajo del rango máximo permisible de 10.0 mg/L, dado por la Norma Salvadoreña para Agua Potable NSO 13.01.07"97. Esto quiere decir, que dicha muestra cumple con el límite establecido por la Norma. Las altas concentraciones de nitratos en las muestras de aguas analizadas, indican contaminación que puede ser ocasionada por fertilizantes, pastos o por vertederos de aguas residuales domésticas; ya que los nitratos son el producto final de toda oxidación de compuestos orgánicos, lo cual es comprensible ya que se observó que la mayoría de viviendas no poseían un sistema de evacuación para aguas residuales; siendo éstas arrastradas hacia las fuentes naturales.

Altas concentraciones de nitratos pueden ser alarmantes para la salud de los humanos, ya que conducen a la formación de nitrosaminas. Las nitrosaminas son de los más potentes compuestos cancerígenos y tiene efectos mutagénicos en los adultos. En el caso de los niños, puede provocar metahemoglobinemia, un caso específico de anemia.

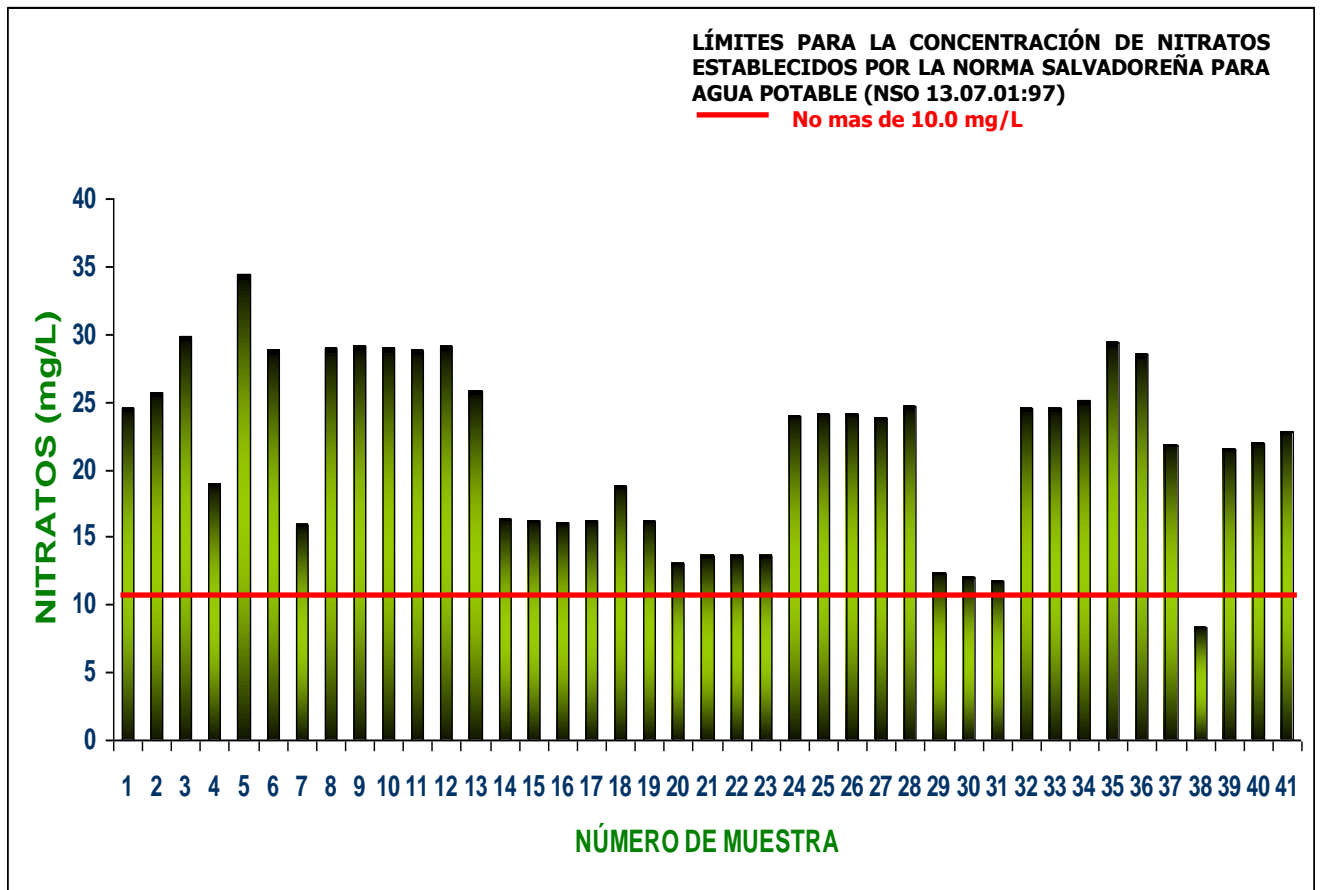


Fig. N° 7. CONCENTRACIÓN DE NITRATOS (mg/L) vrs. NÚMERO DE MUESTRA.

5.1.8 DUREZA

La dureza está estrechamente relacionada con la conductividad; ya que altas concentraciones de iones calcio y magnesio disueltos en el agua, originan valores altos en la conductividad. Esto se comprueba, si se compara la figura N°.8 con la figura N°3; ya que se puede observar que la muestra N°2 (procedente de la pila El Amate), es la que tiene valores más altos de calcio y magnesio y por lo tanto, es la que tiene mayor conductividad.

La dureza total es muy importante realizarla, ya que ella nos proporciona el grado de dureza del agua; por lo que tomando en cuenta la siguiente tabla, las aguas se clasifican así:

TABLA N°5. Clasificación de agua según dureza.

RANGO	CLASIFICACIÓN
0 a 75 mg/L de CaCO ₃	Agua suave
75 a 150 mg/L de CaCO ₃	Agua poco dura
150 a 300 mg/L de CaCO ₃	Agua dura
Mas de 300 mg/L de CaCO ₃	Agua muy dura

Para las muestras N° 4 y 5 (procedentes de Las Pocitas Los Rivera 1 y 2 respectivamente), la muestra N° 7 (procedente del Río Cuyuapa), y las muestras N°29, 30 y 31 (procedentes de La Tejera) se consideran aguas suaves y el resto de las muestras, se consideran aguas poco duras, ya que el rango se encuentra entre 76.0 - 150.0 mg de CaCO₃.

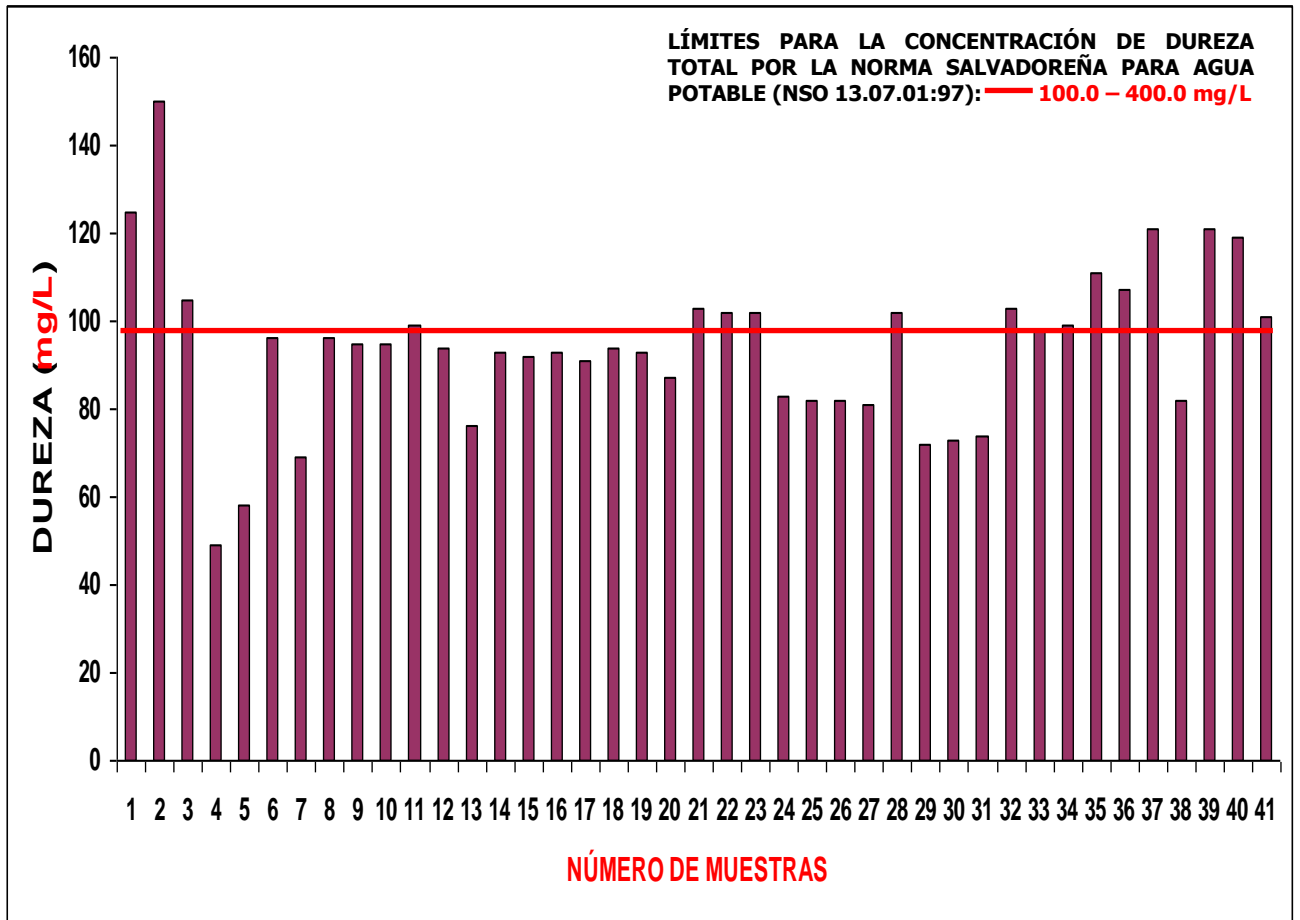


Fig. N° 8. DUREZA TOTAL (mg/L) vs. NÚMERO DE MUESTRA.

5.1.9 MANGANESO

En la figura N°9 se refleja los datos de Manganeso en las muestras de agua; en donde se observa que la muestra N°1, (procedente de La Pila El Mango) presenta el mayor valor de Manganeso entre todas las muestras y aunque está dentro del rango permisible de 0.05-0.10 mg/L, según la Norma Salvadoreña para Agua Potable NSO 13.07.01:97, esta muy cerca del valor máximo, lo cual probablemente se deba a la ubicación geográfica del lugar y el origen del suelo. Sin embargo, se debe de tener mucho cuidado al ingerir esta clase de agua, ya que si bien el Manganeso es un elemento que se encuentra en la naturaleza, altas concentraciones de éste en el agua es un índice de contaminación por pesticidas. Como pesticida el Manganeso entra en el suelo contaminando así, los nacimientos, ríos y quebradas.

La ingesta diaria de agua que contenga altas concentraciones de Manganeso puede ser peligroso para la salud humana, ya que el Manganeso puede ser tóxico llegando a causar problemas de tipo nervioso.

El resto de las muestras se encuentran por debajo del límite establecido para Manganeso, lo cual se considera aceptable.

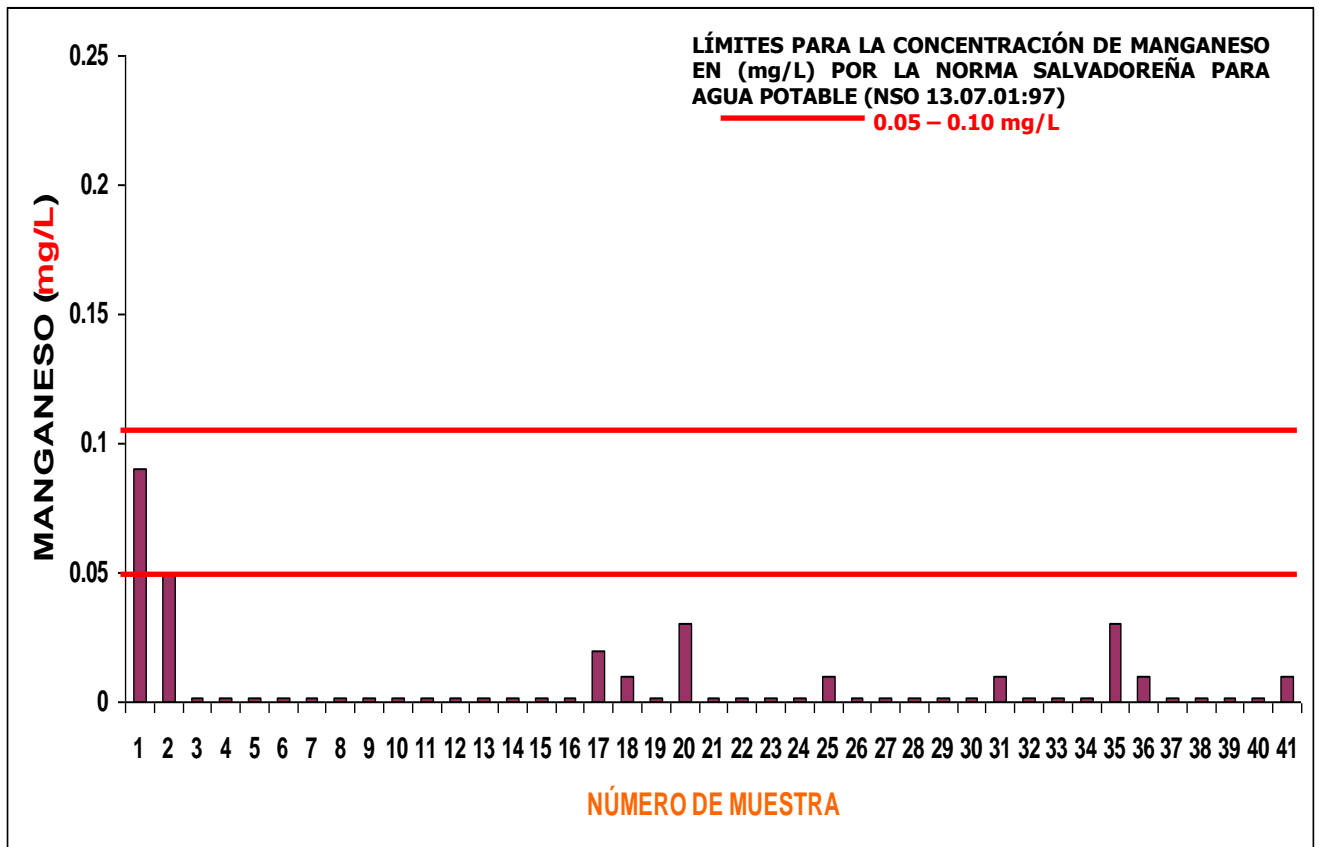


Fig. N° 9. MANGANESO (mg/L) vrs. NÚMERO DE MUESTRA.

5.1.10 HIERRO

La presencia del hierro en el agua se debe frecuentemente al origen del suelo. En la figura N°10 se observan los datos de hierro total presente en las muestras de agua, tomando como límites para la concentración de hierro 0.05 - 0.30 mg/L, establecidos por la Norma Salvadoreña para Agua Potable NSO 13.07.01:97.

Las muestras N°1 (procedente de La Pila El Mango), la muestra N°4 (procedente de La Pocita Los Rivera 1), las muestras N°6, 8, 12 y 39 (procedentes del Ex Plan Sabar), la muestra N° 13, (proveniente del río Las Flores) y la muestra N°41 (procedente del Proyecto Unión Europea) están dentro del rango establecido y la presencia de hierro puede deberse a diversos factores. En el caso de la muestra N°4, la cual presenta un valor relativamente alto de hierro en comparación con el resto, Esto es comprensible ya que dicha muestra fue tomada de una pila cuya cubierta consistía en un bloque de hierro y es muy probable que éste sea el factor principal de la de la presencia de hierro en esta muestra. Sin embargo, el valor se encuentra dentro del rango establecido.

El resto de las muestras, se encuentran por debajo del rango establecido. Esto se debe al lugar de donde procede la muestra. Como ya se mencionó para otros minerales, el hierro también se puede encontrar en diferentes proporciones, según sea el origen del suelo.

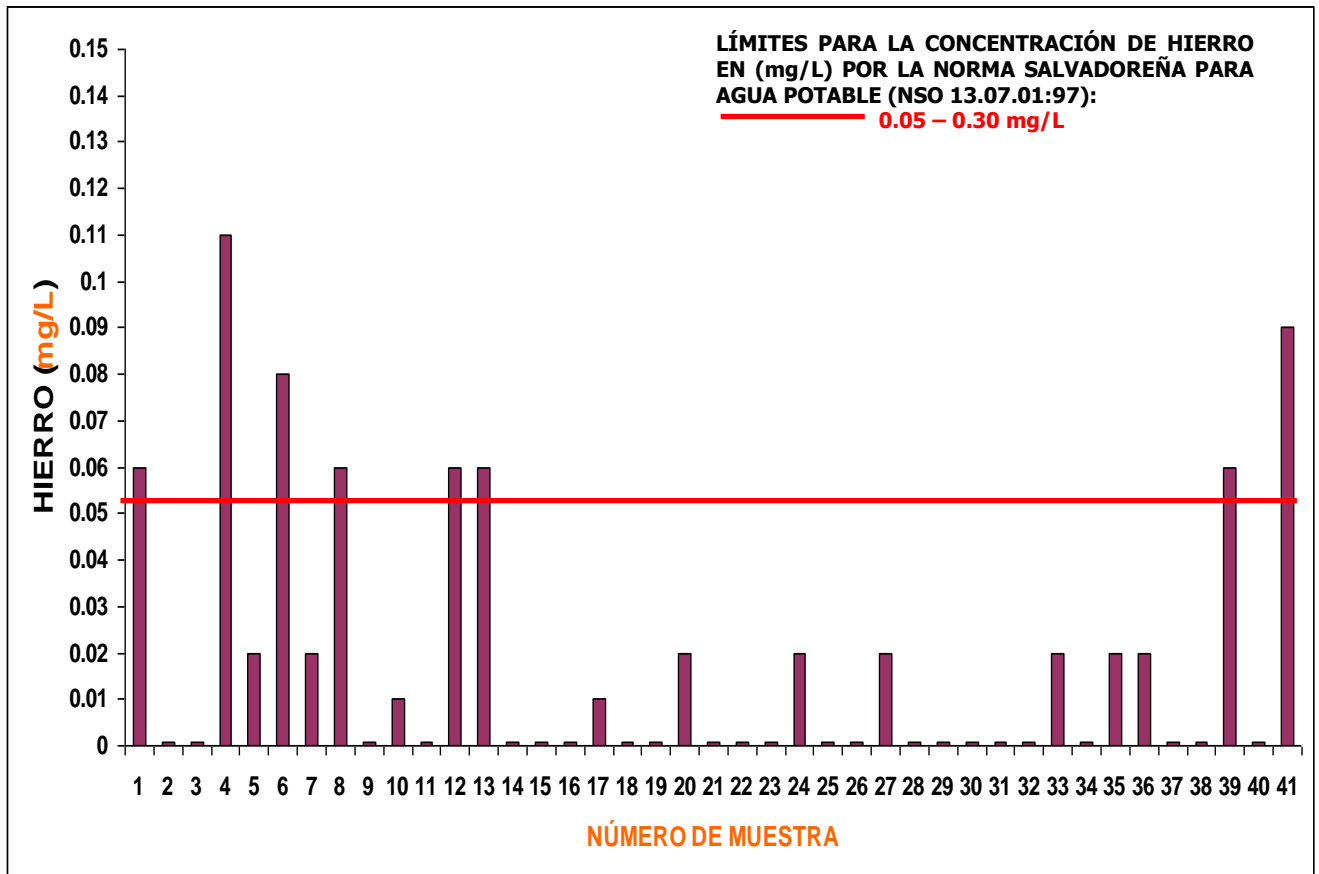


Fig. N° 10. HIERRO (mg/L) vrs. NÚMERO DE MUESTRA

5.1.11 SULFATOS

El ión sulfato se encuentra en la mayoría de las aguas naturales. Las aguas dulces contienen de 2.0 a 150.0 ppm. Según la figura N°11 en donde se observa la concentración de Sulfatos en las muestras de agua, se puede observar que absolutamente todas las muestras se encuentran por debajo del rango establecido dado por la Norma Salvadoreña para Agua Potable NSO 13.07.01:97 para Sulfatos de 25.0 - 250.0 mg/L, esto es satisfactorio para muestras que provienen de aguas dulces, ya que altas concentraciones de Sulfatos limitan su uso para consumo humano, concentraciones mayores de 200.0 ppm ocasionan daños en la salud. (ver Anexo 1). Así mismo, los vertimientos de aguas residuales ocasionan un incremento en la concentración de Sulfatos en las aguas naturales.

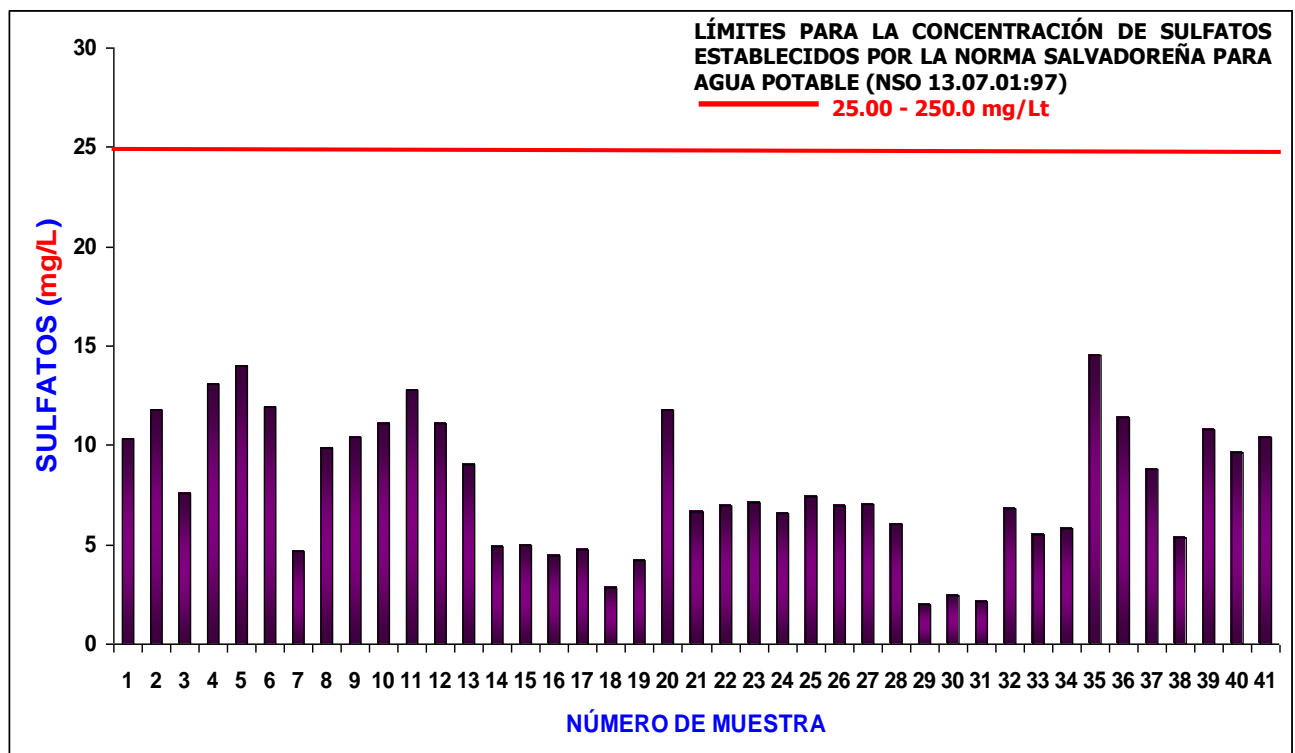


Fig. N° 11. CONCENTRACIÓN DE SULFATOS (mg/L) vs. NÚMERO DE MUESTRA.

5.2 Análisis Microbiológico.

El análisis microbiológico se realizó a 18 muestras de agua, de diferentes fuentes cuyos resultados no fueron favorables para la mayoría de las muestras debido a la presencia de microorganismos causantes de daños en la salud.

5.2.1 BACTERIAS COLIFORMES TOTALES.

El grupo de bacterias coliformes, es el principal indicador del grado de contaminación y, por ende, de la calidad sanitaria del agua. Según la figura N°12, la mayoría de las muestras dieron positiva la prueba de tubos múltiples de fermentación, por lo que dichas muestras no se consideran aptas para consumo humano, a excepción de las muestras N°14 y 16 (procedentes del Ex Plan Sabar), cuyo valor se encuentran justo en el límite establecido según la Norma Salvadoreña para Agua Potable NSO 13.07.01:99 que es 1.1 NMP/100 mL

La prueba presuntiva de tubos múltiples de fermentación, solo proporciona la presencia de coliformes, porque hay otras bacterias además de éstas que tienen la capacidad de producir gas a partir de la lactosa.

LÍMITES PARA BACTERIAS COLIFORMES TOTALES ESTABLECIDOS
POR LA NORMA SALVADOREÑA PARA AGUA POTABLE (NSO
13.07.01:99) < 1.1 NMP/100 mL (NMP: número mas probable)

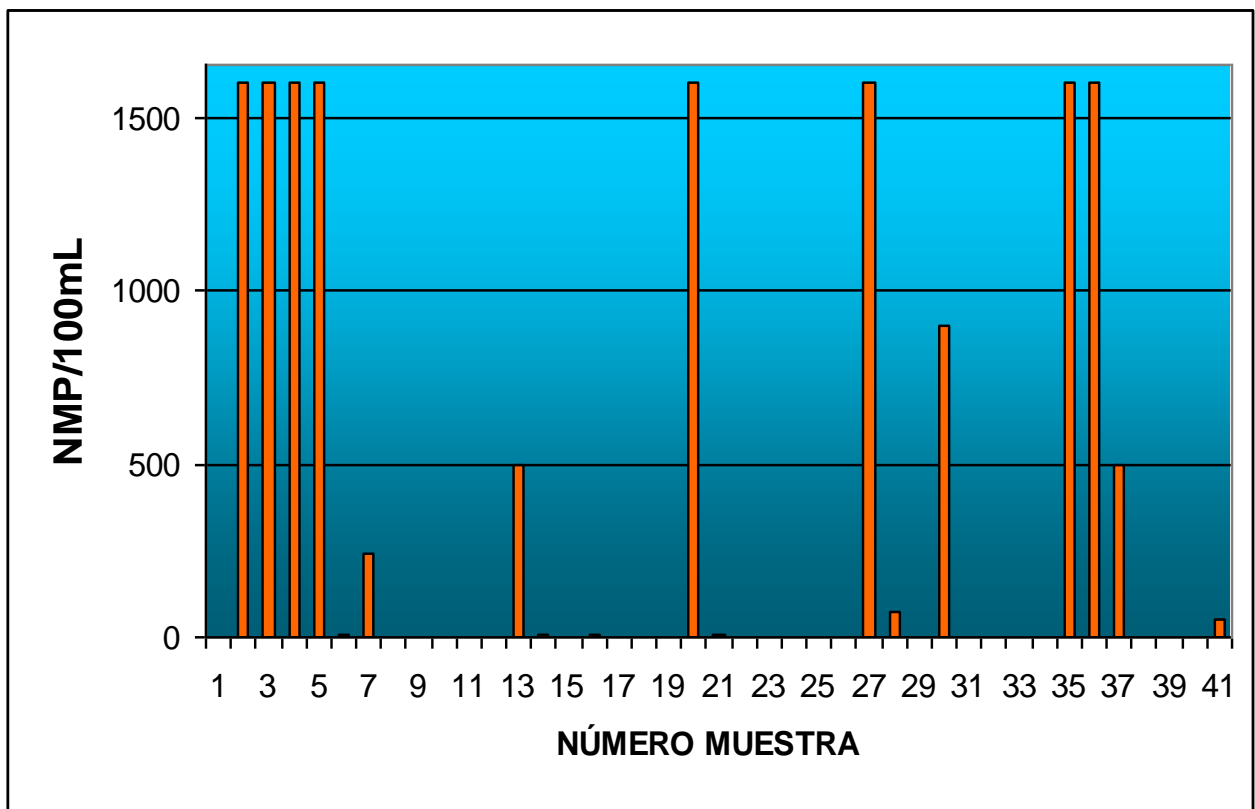


Fig. N° 12. BACTERIAS COLIFORMES TOTALES NMP/100mL
vrs. NÚMERO MUESTRA

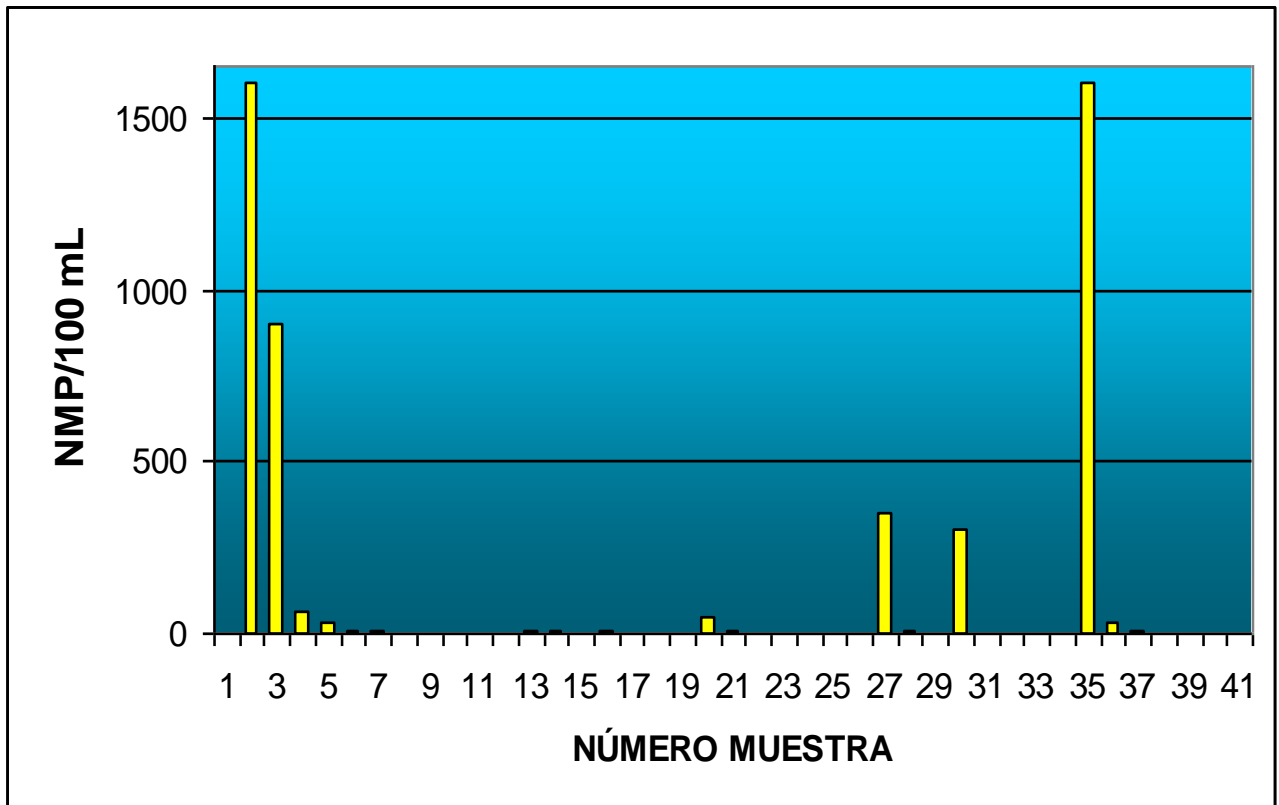
5.2.2 COLIFORMES FECALES Y *ESCHERICHIA COLI*.

Para comprobar la existencia de coliformes fecales procedentes del hombre o de otros animales de sangre caliente, se usó el medio EC, el cual dió resultado positivo para todas las muestras, a excepción de las muestras N°6, 14, 16 y 21 (procedentes del Ex Plan Sabar), las cuales cumplen con la especificación establecida según la norma, es decir, ausencia completa de coliformes fecales.

En el Anexo N° 13 se puede observar la existencia de la ***Escherichia coli***, que es una bacteria de origen fecal, que está presente en la mayoría de las muestras analizadas, a excepción de las muestras N° 6, 14, 16 y 21, que se comprobó la ausencia completa de dicha bacteria.

La mayor parte de las muestras fueron tomadas de grifos, de los cuales el agua no recibe el tratamiento adecuado para eliminar este tipo de microorganismos que causan infecciones del tracto urinario. En peritonitis e infecciones de la vejiga y tracto biliar se encuentran a menudo bacilos coliformes. En niños algunas cepas de ***Escherichia coli*** causan agudas gastroenteritis y algunas veces meningitis.

LIMITES PARA BACTERIAS COLIFORMES FECALES ESTABLECIDOS
POR LA NORMA SALVADOREÑA PARA AGUA POTABLE (NSO
13.07.01:99) **NEGATIVO**



**FIG. N° 13. BACTERIAS COLIFORMES FECALES NMP/100mL
vrs. NÚMERO DE MUESTRA**

5.2.3 CONTEO DE BACTERIAS HETERÓTROFAS AEROBIAS Y MESÓFILAS

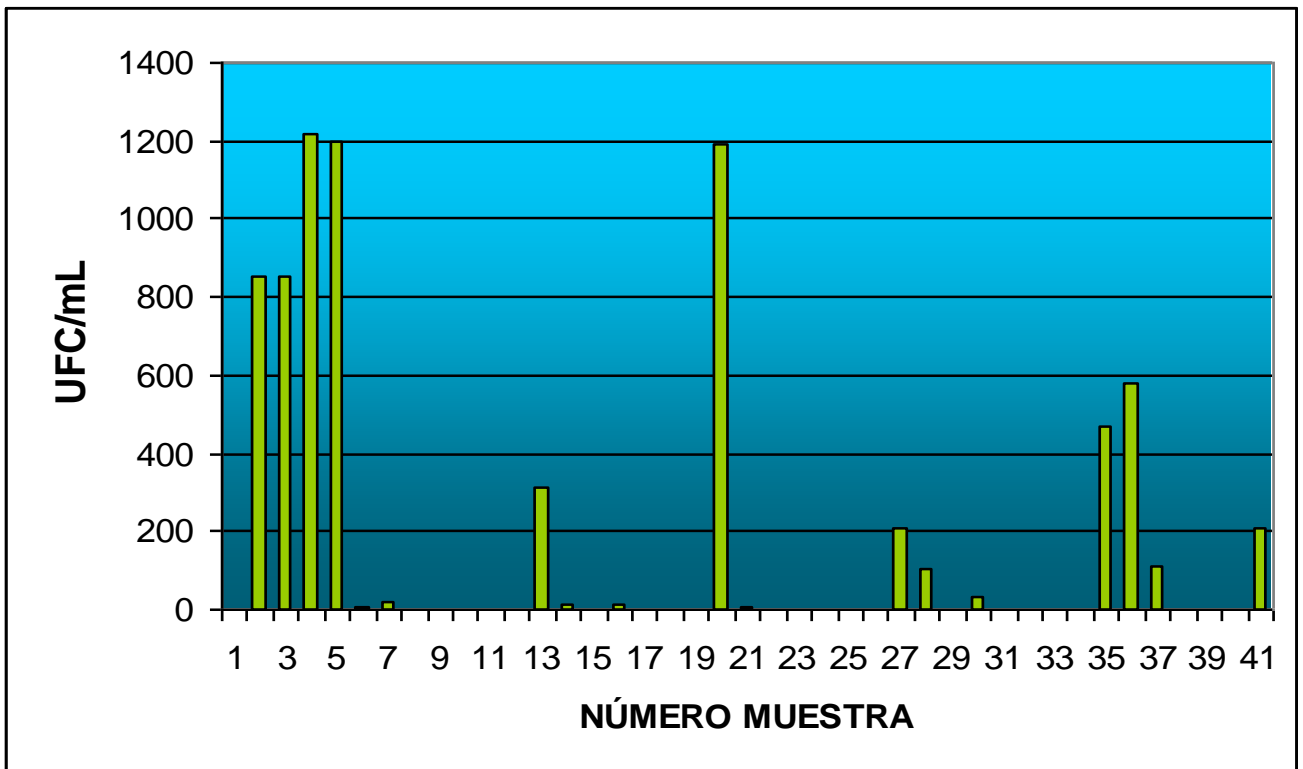
El recuento heterótrofo, proporciona un recuento aproximado del número total de bacterias viables, lo que suministra valiosa información sobre la calidad del agua; dicha determinación es útil también para valorar la eficacia de los distintos procesos de tratamiento y a la vez para determinar la calidad final del agua

El conteo de bacterias Heterótrofas aerobias y mesófilas se efectuó por medio del método de placa fluida, estableciendo un límite de 100 Unidades Formadoras de Colonias UFC/mL según especificaciones de la norma NSO 13.07.01:99 para agua potable.

En la figura N°14, se puede observar que los resultados de las muestras N° 6, 14 , 16 y 21 (procedentes del Ex Plan Sabar), la muestra N° 7 (procedente del Río Cuyuapa), y la muestra N°30 (procedente de la Tejera), son satisfactorios, ya que el número de bacterias es menor que el límite establecido.

Para el resto de las muestras, el número de bacterias es mucho mayor a 100 UFC/mL, sobre todo para las muestras N°4 y 5 provenientes de "Pocita la rivera 1 y 2" respectivamente, y la muestra N°20 proveniente de Quebrada Regis Martínez, las cuales poseen el mayor número de bacterias heterótrofas. Un alto número de este tipo de bacterias agota el oxígeno; por lo que es importante determinarlas ya que estas descomponen las heces y otros materiales en procesos con consumo de oxígeno, haciendo que el agua no sea apta para consumo humano. (Ver Anexo 15).

LÍMITES PARA CONTEO DE BACTERIAS HETERÓTROFAS,
AERÓBIAS Y MESÓFILAS ESTABLECIDOS POR LA NORMA
SALVADOREÑA PARA AGUA POTABLE (NSO 13.07.01:99)
100 UFC/mL



**Fig. N° 14. CONTEO DE BACTERIAS HETERÓTROFAS, AERÓBIAS
Y MESÓFILAS UFC/mL vrs. NÚMERO MUESTRA**

5.2.4 ORGANISMOS PATÓGENOS

El último parámetro a evaluar fue la determinación de organismos patógenos, cuyos resultados se pueden observar en la tabla N°. 8.

Quizá este sea el parámetro más importante a evaluar ya que cuando un agua contiene bacterias patógenas, basta con ingerirla una vez para que provoque una enfermedad.

En las muestras N° 2 (procedente de Pila El Amate), N° 6 (procedente de Ex Plan Sabar), N° 7 (procedente del Río Cuyuapa) y N° 20 (procedente de Quebrada Regis Martínez) se encontró ***Pseudomona aeruginosa*** y en las muestras N° 14 (procedente de Ex Plan Sabar), y N° 30 (procedente de La Tejera) se encontró ***Pseudomona sp.*** las cuales producen infecciones en las vías urinarias, heridas y en quemaduras, e incluso pueden llegar a producir neumonía.

En la muestra N°27 (procedente de Cooperativa Las Lictorias) se determinó la presencia de ***Citrobacter sp.*** el cual es una bacteria que produce infecciones en las vías urinarias y sepsis. (Ver Anexo 15).

CAPITULO VI
CONCLUSIONES

6.0. CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos a través de la investigación que sustenta este trabajo y que comprende básicamente los análisis físico-químicos y microbiológicos efectuados mediante muestreos en las diferentes fuentes de agua que abastecen las comunidades indígenas de Nahuizalco, se presentan las siguientes conclusiones:

1. Se determinó que algunas de las muestras analizadas no cumplen con los parámetros Físicoquímicos establecidos, por lo que no se consideran aptas para consumo humano debido a que no se encuentran dentro del límite de concentración permisible, según la Norma Salvadoreña para Agua Potable NSO 13.07.01:97.
2. Se determinó la presencia de Coliformes fecales en un 90.24% en algunas de las muestras de agua analizadas, que puede deberse a la presencia de viviendas cercanas a las fuentes de abastecimiento, ya que debido a la falta de servicio de aguas residuales, se auxilian de fosas sépticas, pudiendo existir en ellas, filtraciones de materia fecal. Asimismo, la presencia de ganado u otros mamíferos de sangre caliente que se encuentren cerca de las fuentes de agua puede ser otra de las causas de contaminación fecal del agua; ya que las excretas de éstos son arrastradas por las lluvias hacia los mantos acuíferos.

3. Se obtuvo que el 17.07% de las muestras analizadas microbiológicamente, están contaminadas con microorganismos patógenos, por lo que las personas que consuman este tipo de agua están mucho más expuestas a la proliferación de enfermedades gastrointestinales, que con mayor frecuencia sufren las comunidades indígenas de Nahuizalco, por lo que dichas enfermedades están ligadas con la ingesta del agua en los habitantes de la región.
4. De acuerdo a la gran cantidad de contaminantes microbiológicos encontrados en las muestras de aguas tomadas de grifos en viviendas, que abastecen a las comunidades indígenas de Nahuizalco, se comprueba que éstas no reciben tratamiento alguno para su desinfección, o bien, su tratamiento no es el adecuado.
5. Los cantones El Cerrito, La Guacamaya y Sabana Grande, están expuestos a más enfermedades entéricas como diarreas, disenterías, gastroenteritis e infecciones en las vías urinarias, debido a que no cuentan con una red de potabilización de agua por lo que tienen que auxiliarse de otras fuentes que no son las adecuadas.
6. En general, se puede establecer que algunas de las muestras analizadas no reúnen los requisitos necesarios para ser consideradas aptas para consumo humano, según la Norma Salvadoreña para Agua Potable NSO 13.07.01:97.

CAPÍTULO VII
RECOMENDACIONES

7. RECOMENDACIONES

1. ARCAS con la ayuda de la Unidad de Salud de Nahuizalco desarrollen un proyecto de educación dirigido a los habitantes de las comunidades indígenas de Nahuizalco, para que tomen las medidas necesarias para la desinfección del agua y así de esta manera evitar riesgos en la salud.
2. Gestionar mediante la UNICEF la instalación de un sistema adecuado de abastecimiento de agua potable así como también un sistema de evacuación adecuado para las aguas residuales provenientes de las viviendas y la construcción de servicios sanitarios.
3. Concientizar a los agricultores por medio de la Asociación para el Rescate de la Cultura Ancestral (ARCAS), con la ayuda del Ministerio de Agricultura y Ganadería, para que eviten sembradíos o el uso de fertilizantes en zonas cercanas a los mantos acuíferos.
4. Que el director de la Unidad de Salud de Nahuizalco gestione por medio del Inspector de Saneamiento, las debidas recomendaciones para realizar la adecuada construcción de pozos y fosas sépticas.

5. Que Organismos Nacionales, como la Unidad de Salud Nahuizalco, capaciten e involucren a las comunidades indígenas de Nahuizalco en la participación de proyectos ambientales para la protección de las fuentes naturales.

6. Que la Unidad de Salud, gestione capacitaciones para los habitantes de dichas comunidades para la desinfección casera del agua con tratamientos como: clorar (Puriagua) y hervir el agua.

BIBLIOGRAFÍA

1. APHA, Métodos normalizados para el análisis de agua potable y residual. 19^a edición.1995.
2. Banco Mundial-RUTA, CONCULTURA, CTMPI, Pueblos Indígenas. Perfil de los pueblos indígenas en El Salvador, San Salvador, El Salvador. 1^a edición. 2002. 118 páginas.
3. Bonilla G. Estadística II Métodos Prácticos de Inferencia Estadística. 2^a Edición. 1995. UCA Editores. San Salvador, El Salvador.
4. COCHRAN W. G. Técnicas de Muestreo. México. 1980. Editorial Continental, S.A de C.V.
5. Colocho M. E., Evaluación físico-química del Agua Potable que abastece San Salvador y las ciudades principales de la zona central y occidental del país. Noviembre 1983, San Salvador, El Salvador C.A.
6. CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología). Norma Salvadoreña Obligatoria para la calidad del agua, NSO 13.07.01:97. Editado por la Agencia Suiza para el Derecho y la Cooperación (COSUDE). 1^a edición. 1999. página 8.
7. Contreras M., Análisis Microbiológico y Físico-químico de agua potable en el área de San Salvador, julio 1978, San Salvador, El Salvador.

8. García O. G., Estudio de la contaminación del Río San Antonio en Nejapa.
9. Mata, R. Curso de introducción a la hidrogeología.(1998, Universidad Estatal de El Salvador). 1998.San Salvador, El Salvador. Páginas 4-6.
- 10.MERCK, Manual de Procedimientos Fotómetro SQ -118. Caballero, P. Aguas y Agua de desecho. 11ª edición. Editorial Interamericana S.A. páginas 41 y 256.
- 11.MERCK, Manual de Microbiología 2000.
- 12.Ministerio de Salud de Colombia, Instituto Nacional de Salud. Análisis de agua para consumo humano.1999. Santa Fe de Bogotá, DC.
- 13.OMS (Organización Panamericana de La Salud). Guías para la calidad del agua potable. Vol.3. 1988.
- 14.Prisma, Programa Salvadoreño de Investigación de Sobre-desarrollo y medio ambiente. 5ª edición. Enero-marzo. 1994.
- 15.Pro-Vida, Curso dirigido a promotoras y promotores de salud de Pro-Vida. (1999, San Nicolás Lempa). 1999. Determinación de los indicadores más importantes de contaminación de agua potable. San Nicolás Lempa, El Salvador.
- 16.<http://www.cepis.ops-oms.org>

17. <http://www1.ceit.es/asignaturas/ecologia/hipertexto/11cagua/110conag.htm>.
18. <http://www.lenntech.com/español/FAQ-contaminantes-del-agua.htm>
19. <http://www.librys.com>
20. <http://www.mediambient.gencal.net>
21. <http://www.netsalud.sa.cr>
22. <http://www.html.rincondelvago.com>
23. <http://www.stayinginshape.com/305fcorp/libv-español/p29s.shtm/>.
24. <http://www.wateryear2003.org/es/>.

ANEXOS

ANEXO N°1

CONTAMINANTES QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL AGUA

Cuadro N°1. CONTAMINANTES QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL AGUA

Parámetro	Definición	Efecto
Turbiedad	<p>Es la dificultad del agua para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, coloidales o muy finos e incluso microorganismos, que se presentan principalmente en aguas superficiales.</p>	<p>El aporte al agua de vertimientos con altas concentraciones de sólidos en suspensión, coloidales o finos, aumenta la turbiedad, se disminuye la transparencia, impidiendo la penetración de la luz, disminuyendo la incorporación del oxígeno disuelto por la fotosíntesis, afectando la calidad y productividad de los ecosistemas.</p>
Conductividad	<p>Es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad. Es indicativa de la presencia de iones. Proviene de una base, un ácido o una sal, disociadas en iones.</p>	<p>La conductividad y la dureza son dos parámetros cuyos valores están relacionados y reflejan el grado de mineralización de las aguas y su productividad potencial. Un aumento en la conductividad de las aguas naturales afecta la productividad de los ecosistemas.</p>

Cuadro N°1. Continuación.

Parámetro	Definición	Efecto
pH	El pH expresa la intensidad de la condición ácida o alcalina de una solución. El pH del agua natural depende de la concentración de CO ₂ . El pH de las aguas naturales se debe a la composición de los terrenos atravesados, el pH alcalino indica que los suelos son calizos y el pH ácido que son síliceos.	Vertimientos ácidos, pH<6 en corrientes de agua con baja alcalinidad ocasionan disminuciones del pH del agua natural por debajo de los valores de tolerancia de las especies acuáticas (pH entre 5 y 9), lo mismo sucede con vertimientos alcalinos pH > 9. Los vertidos de pH ácido, disuelve los metales pesados y el pH alcalino los precipitan.
Temperatura	La temperatura determina la evolución o tendencia de las propiedades físicas. Químicas o biológicas.	El aumento de la temperatura, aumenta la solubilidad de las sales, ocasionando cambios de la conductividad y el pH. La temperatura determina la evolución o tendencia de las propiedades físicas. Químicas o biológicas.
Sólidos	Los sólidos: ST, SD, SS Se refieren al material remanente luego de la evaporación y secado a 103 °C - 105 °C.	Altas concentraciones impiden la penetración de la luz, disminuyen el oxígeno disuelto, limitan el desarrollo de la vida acuática. Los SD afectan negativamente la calidad del agua para consumo humano, altas concentraciones pueden ocasionar reacciones fisiológicas desfavorables en los consumidores.

Cuadro N°1. Continuación.

Parámetro	Origen	Productos	Efecto
<p>Compuestos del azufre</p>	<p>El azufre presenta un ciclo bioquímico (ciclo del azufre). A partir de materia orgánica descompuesta, oxidándose el azufre se producen sulfatos, que a su vez son usados por la vida vegetal, de la cual depende, a su vez, la vida animal.</p> <p>Los productos de desecho y muerte de los seres vivos son degradados, Produciéndose hidrógeno sulfurado y azufre, a partir de los cuales se vuelve a formar sulfato, iniciándose otra vez el ciclo.</p>	<p>Sulfuros: el H₂S es un gas muy insoluble en el agua, produce olor a huevos podridos y es muy venenoso.</p>	<p>Se produce en aguas superficiales que reciben vertimientos con altos contenidos de materia orgánica. Las aguas que contengan este contaminante son tóxicas a pH ácido, incluso para las bacterias.</p>
		<p>Sulfatos: El ión SO₄²⁻ contribuye a la salinidad de las aguas, se encuentra en la mayoría de las aguas naturales. Las aguas dulces contienen de 2 a 150ppm y la de mar cerca de 300ppm.</p>	<p>Altas concentraciones de sulfatos limitan su uso para consumo humano, concentraciones mayores de 200ppm ocasionan molestias en la salud.</p> <p>Los vertimientos de aguas residuales ocasionan el incremento de la concentración de sulfatos en las aguas naturales.</p>

Compuestos del nitrógeno	<p>El nitrógeno se encuentra en el agua como gas disuelto, combinaciones orgánicas y combinaciones inorgánicas. El nitrógeno inorgánico no gaseoso se halla en forma de nitratos, nitritos y amonio.</p>	<p>Nitrógeno amoniacal: aguas superficiales bien aireadas no deben contener amoníaco. Aguas abajo de conglomerados urbanos, donde se descargan aguas negras, tienen siempre amoníaco, llegando a veces hasta 4 mg/L.</p>	<p>La presencia de amoníaco libre o ión amonio (NH_4^+) se considera como una prueba química de contaminación reciente y peligrosa. A pH altos el amonio pasa a amoníaco afectando las aguas para la producción piscícola. Si el medio es aerobio el amoníaco se transforma en nitritos.</p>
		<p>Nitritos: aparecen en el agua tanto por la oxidación del amoníaco, como por la reducción de los nitratos. Su presencia se debe a contaminación reciente, aunque haya desaparecido el amoníaco.</p>	<p>La presencia de nitritos limita el uso del agua para consumo humano, su presencia indica polución, con la consecuente aparición de organismos patógenos.</p>
		<p>Nitratos: Pueden provenir de las rocas que los contengan (poco común), o bien por oxidación bacteriana de la materia orgánica, principalmente de las eliminadas por los animales. La concentración aumenta en las aguas superficiales por el uso de fertilizantes y el aumento de la población (vertimientos de aguas residuales domésticas).</p>	<p>El aumento en la concentración de nitratos limita el uso del agua para consumo humano. Desde el punto de vista de potabilidad las normas actuales admiten hasta 50 mg/L de nitratos, concentraciones superiores son perjudiciales para la salud.</p>

Cuadro N°1. Continuación.

Parámetro	Origen	Productos	Efecto
Compuestos del fósforo	El fósforo disuelto en el agua puede proceder o bien de ciertas rocas, o del lavado en los suelos, en cuyo caso puede tener su origen en pozos sépticos o estercoleros, dependiendo la concentración de fósforo de un agua superficial de la densidad de población, ganadería.	El fósforo se encuentra en el agua como fósforo orgánico o inorgánico, disuelto o en suspensión.	Los fosfatos favorecen la eutrificación, lo cual trae como consecuencia el aumento en el medio de materias orgánicas, bacterias heterotrófas, que modifican el carácter fisicoquímico del agua, y hacen que disminuya el oxígeno disuelto.

Cuadro N°1. Continuación

Parámetro	Definición	Efecto
Demanda Química de Oxígeno - DQO	La DQO es la cantidad de oxígeno consumida por las materias existentes en el agua, oxidables en unas condiciones determinadas. Es la medida del material oxidable, cualquiera sea su origen, biodegradable y no biodegradable.	El vertimiento de aguas residuales domésticas o industriales incrementa el contenido de materia orgánica en el agua, aumentando la DQO con la consecuente disminución del oxígeno disuelto. Las aguas residuales domésticas suelen contener entre 250 y 600ppm de DQO. Las aguas no contaminadas tienen valores de DQO de 1 a 5ppm.
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO	La DBO es una prueba que mide la cantidad de oxígeno consumido en la degradación bioquímica de la materia orgánica mediante procesos biológicos aerobios.	El aumento de la DBO, al igual que la DQO ocasiona disminución del oxígeno disuelto, afectando la vida acuática. Valores de DBO mayores de 6ppm indican alta contaminación.

Cuadro N°1. Continuación.

Parámetro	Origen	Productos	Ejemplos
Metales pesados	Son biorefractarios, tienden a persistir en el medio ambiente indefinidamente. Los mecanismos que regulan la presencia de metales en el agua, además de los microorganismos que tienden a variar el pH, es la solubilidad de sus sales.	Las concentraciones de metales pesados suelen ser muy pequeñas, el mayor problema en el medio ambiente se da por la posibilidad de que sufran bioacumulación.	Mercurio Cromo Plata Zinc Plomo Boro Bario
Microcontaminantes orgánicos	La principal característica de los Microcontaminantes orgánicos son su complejidad y variedad. Están ligados a fenómenos de toxicidad. La contaminación por estos grupos de compuestos se deriva de actividades domésticas, industriales y agrícolas.	Modifican las características organolépticas de las aguas y presentan dificultades para su determinación analítica. Al igual que los metales pesados, entran en la cadena alimentaria produciendo una sucesiva bioconcentración, que en algunos organismos, especialmente los de nivel trófico más alto.	Plaguicidas Detergentes Fenoles Hidrocarburos PCB'S Sustancias húmicas

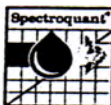
ANEXO N°2

CANTONES AGI UNIDAD DE SALUD DE NAHUIZALCO

Cuadro N°2. CANTONES AGI UNIDAD DE SALUD DE NAHUIZALCO

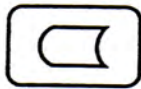
CANTÓN	CASERÍOS/ BARRIOS	HABITANTES	VIVIENDAS	CON LETRINA	CON AGUA POR CAÑERÍA
URBANO	4	19096	1500	1485	1485
ANAL BAJO	5	1177	235	188	165
ANAL ARRIBA	8	1077	215	195	198
CUSAMALUCO	7	1429	286	195	161
EL CARRIZAL	4	1676	335	255	205
EL CERRITO	10	3299	413	310	309
LA GUACAMAYA	6	2179	366	366	364
PUSHTAN	7	1989	398	216	157
SABANA GRANDE	4	1734	347	260	79
SABANA S.J ARRIBA	7	1627	325	220	78
SABANA S.J ABAJO	9	1638	328	225	49
SISIMITEPET	5	2705	541	460	351
TAJCUILUJLAN	5	1331	215	193	146
TOTAL	81	38619	5404	4568	3747


ANEXO N°3
PROCEDIMIENTOS PARA TURBIDEZ, MANGANESO Y HIERRO
POR KIT SPECTROQUANT

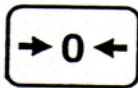


Turbidez

Núm. del método	Intervalo de medida	Cubeta
113	10 – 400 UT (F)	50



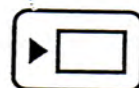
Apretar la tecla 
Introducir el número del método.
Apretar la tecla .




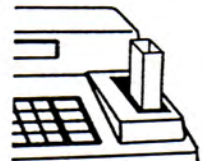
Apretar la tecla del valor en blanco.
Esperar hasta que en la pantalla
aparezca "tiempo de reacción" o
"medir blanco".



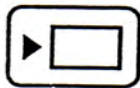
Llenar las cubetas con agua
destilada y colocarlas en el
compartimiento para cubetas.




Apretar la tecla 
El valor cero aparece en
la pantalla.



Sacar del compartimiento la
cubeta con agua destilada.
Llenar con la muestra una
segunda cubeta y colocarla
en el compartimiento.



Apretar la tecla 
El valor de medición aparece en
la pantalla.

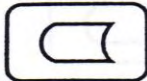


Manganeso

14770

Mn

Núm. del método	Intervalo de medida	Cubeta
45	0,05 - 2,5 mg/l de Mn	50
46	0,5 - 10,0 mg/l de Mn	10
47	2 - 46 mmol/m ³ de Mn	50
48	9 - 182 mmol/m ³ de Mn	10



Apretar la tecla .
Introducir el número del método.
Apretar la tecla .



Pipetear 10 ml de la muestra en un frasco de ensayo (muestra de medición).



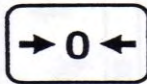
Pipetear 10 ml de agua destilada en un segundo frasco de ensayo (muestra en blanco).



Añadir 8 gotas de Mn-1A a cada una de ambas muestras y mezclar.



Añadir 4 gotas de Mn-2A a cada una de ambas muestras y mezclar.



Apretar la tecla del valor en blanco. Esperar hasta que en la pantalla aparezca "tiempo de reacción" o "medir blanco".



Poner en marcha el cronómetro. Empieza el tiempo de reacción de 2 minutos.



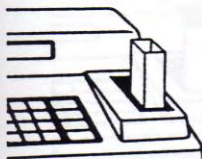
Tras la señal acústica añadir 4 gotas de Mn-3A a cada una de ambas muestras y mezclar.



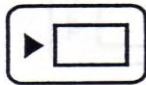
Poner en marcha el cronómetro. Empieza el tiempo de reacción de 5 minutos.



Tras la señal acústica llenar con cada una de ambas muestras una cubeta en cada caso.



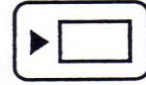
Colocar en el compartimiento la cubeta con la muestra en blanco.



Apretar la tecla .
El valor cero aparece en la pantalla.



Sacar del compartimiento la cubeta con la muestra en blanco. Colocar en el compartimiento la cubeta con la muestra de medición.



Apretar la tecla .
El valor de medición aparece en la pantalla.





Hierro

14549

Test en cubetas

Núm. del método	Intervalo de medida	Cubeta
107	0,1 – 4,0 mg/l de Fe	redonda



Apretar la tecla 
Introducir el número del método.
Apretar la tecla .



Comprobar el valor del pH de la muestra.
Intervalo previsto: pH 2-7



En caso necesario, corregir el valor del pH añadiendo gota a gota solución diluida de hidróxido sódico o de ácido sulfúrico.



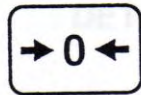
Añadir 5 ml de la muestra en una cubeta de reacción. Cerrar con la tapa roscada y mezclar.



Añadir 1 microcucharada azul del reactivo Fe-1K.



Agitar la cubeta hasta que el reactivo se haya disuelto.



Apretar la tecla del valor en blanco. Esperar hasta que en la pantalla aparezca "tiempo de reacción" o "medir blanco".




Poner en marcha el cronómetro. Empezar el tiempo de reacción de 3 minutos.



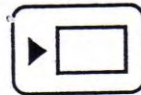
Después de la señal acústica, colocar en el compartimento la cubeta con la muestra en blanco (tapa roscada blanca). Raya marcada vertical dirigida hacia el operador.




Apretar la tecla 
El valor cero aparece en la pantalla.



Sacar del compartimento la cubeta con la muestra en blanco. Colocar en el compartimento la cubeta de reacción. Raya marcada vertical dirigida hacia el operador.



Apretar la tecla 
El valor de medición aparece en la pantalla.

ANEXO N°4
RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS VALORACIONES PARA LA
DETERMINACIÓN DE CLORUROS.

Cuadro N°3. RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN DE CLORUROS

No. Muestra	Valoración No. 1 (mL gastados de AgNO ₃)	Valoración No.2 (mL gastados de AgNO ₃)	Concentración (Mg/L)
1.	3.6	3.5	72.47
2.	3.4	3.5	67.48
3.	3.1	3.1	49.98
4.	4.3	4.2	107.47
5.	4.8	4.7	132.46
6.	3.5	3.4	67.48
7.	4.2	4.1	102.47
8.	3.4	3.4	64.98
9.	3.5	3.4	57.48
10.	3.5	3.3	42.48
11.	3.2	3.3	42.48
12.	2.29	3.0	39.99
13.	2.29	3.0	7.49
14.	3.0	2.8	12.49
15.	2.2	2.3	7.49
16.	2.3	2.4	4.99
17.	2.2	2.3	7.49
18.	2.2	2.1	4.99
19.	2.2	2.3	52.48
20.	2.2	2.2	57.48
21.	3.1	3.2	52.49
22.	3.2	3.3	7.49
23.	3.2	3.0	4.99
24.	2.3	2.2	7.49
25.	2.2	2.2	4.99
26.	2.3	2.2	7.49
27.	2.2	2.0	4.99
28.	2.0	2.1	0
29.	2.8	2.9	37.49
30.	2.1	2.0	0
31.	2.1	2.2	4.99
32.	2.2	2.2	4.99
33.	2.2	2.1	4.99
34.	2.2	2.1	4.99
35.	2.2	2.1	4.99
36.	2.6	2.8	29.98
37.	2.3	2.2	7.49
38.	3.1	3.0	47.48
39.	3.0	3.0	44.98
40.	2.2	2.3	7.49
41.	2.1	2.2	4.99

Ejemplo de cálculos para CLORUROS

Cálculos:

Se emplea la expresión matemática

$$\text{Cl}^- \text{ mg/L} = \frac{(A-B) \times N \times 35,450}{\text{mL de muestra}}$$

De donde:

A= mL gastados en la muestra de solución de Nitrato de Plata 0.0141N

B= mL gastados en el blanco de solución de Nitrato de Plata 0.0141N

N= Normalidad del nitrato de plata.

Ejemplo para Muestra No.1

Datos:

mL gastados por la muestra en la 1^o valoración: 3.6mL

mL gastados por la muestra en la 2^o valoración: 3.5mL

mL gastados por el Blanco: 2.1mL

mL de muestra: 10.0mL

Normalidad del nitrato de plata: 0.0141N

Sustituyendo en formula:

$$\text{Cl}^- \text{ mg/L} = \frac{(A-B) \times N \times 35,450}{\text{mL de muestra}}$$

$$\text{Cl}^- \text{ mg/L} = \frac{(3.6\text{mL}-2.1\text{mL}) \times 0.0141\text{N} \times 35,450}{10.0 \text{ mL}} = 74.97 \text{ mg/L}$$

$$\text{Cl}^- \text{ mg/L} = \frac{(3.5\text{mL}-2.1\text{mL}) \times 0.0141\text{N} \times 35,450}{10.0 \text{ mL}} = 69.98 \text{ mg/L}$$

En donde el promedio de ambos resultados es: **72.47 mg/L** de cloruro.

ANEXO N°5
RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS LECTURAS A 220 NM PARA
LA DETERMINACIÓN DE NITRATOS.

Cuadro N°4. RESULTADOS DE DETERMINACIÓN DE NITRATOS

No. Muestra	Lectura No. 1 (Absorbancia)	Lectura No.2 (Absorbancia)	Concentración (mg/L)
1.	0.861	0.863	24.53
2.	0.902	0.899	25.65
3.	1.046	1.046	29.88
4.	0.673	0.667	18.94
5.	1.194	1.210	34.42
6.	0.997	1.021	28.80
7.	0.562	0.569	15.90
8.	1.020	1.008	28.95
9.	1.008	1.031	29.11
10.	1.006	1.022	28.95
11.	1.009	1.008	28.79
12.	1.014	1.023	29.08
13.	0.898	0.910	25.75
14.	0.577	0.586	16.37
15.	0.575	0.579	16.24
16.	0.571	0.572	16.08
17.	0.572	0.575	16.14
18.	0.659	0.665	18.71
19.	0.572	0.584	16.27
20.	0.463	0.468	12.99
21.	0.485	0.486	13.58
22.	0.491	0.487	13.68
23.	0.485	0.489	13.62
24.	0.839	0.847	23.98
25.	0.842	0.853	24.11
26.	0.843	0.855	24.15
27.	0.830	0.845	23.82
28.	0.861	0.871	24.64
29.	0.455	0.427	12.28
30.	0.438	0.430	12.08
31.	0.427	0.423	11.82
32.	0.863	0.857	24.47
33.	0.864	0.863	24.57
34.	0.887	0.880	25.15
35.	1.025	1.031	29.36
36.	1.000	0.998	28.51
37.	0.773	0.761	21.78
38.	0.306	0.305	8.34
39.	0.758	0.755	21.46
40.	0.772	0.773	21.92
41.	0.795	0.805	22.72

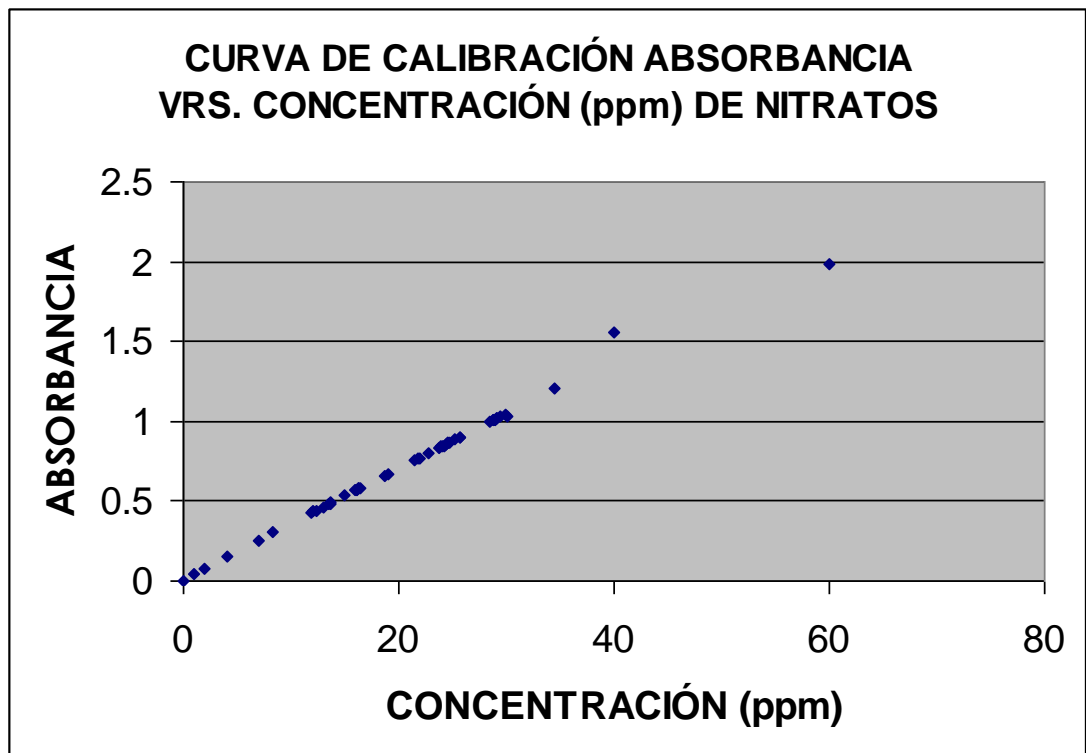


Fig. N°1. Curva de calibración de Nitratos para encontrar las concentraciones de las muestras por medio de las absorbancias.

Absorbancia vrs. Concentración

Estándares (mg).	Lectura (absorbancia)
0.0	0.0
1.0	0.045
2.0	0.072
4.0	0.155
7.0	0.252
15.0	0.539
30.0	1.036
40.0	1.553
60.0	1.983

ANEXO N°6
RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS VALORACIONES PARA LA
DETERMINACIÓN DE DUREZA TOTAL.

Cuadro N°5. RESULTADOS DE DETERMINACIÓN DE DUREZA

No. Muestra	Valoración No. 1 (mL gastados de EDTA)	Valoración No.2 (mL gastados de EDTA)	Concentración (mg/L)
1.	6.2	6.3	125
2.	7.5	7.5	150
3.	5.2	5.3	105
4.	2.5	2.4	49
5.	2.9	2.9	58
6.	4.8	4.8	96
7.	3.5	3.4	69
8.	4.8	4.8	96
9.	4.7	4.8	95
10.	4.8	4.7	95
11.	5.0	4.9	99
12.	4.7	4.7	94
13.	3.8	3.8	76
14.	4.6	4.7	93
15.	4.6	4.6	92
16.	4.6	4.7	93
17.	4.5	4.6	91
18.	4.7	4.7	94
19.	4.6	4.7	93
20.	4.3	4.4	87
21.	5.2	5.1	103
22.	5.1	5.1	102
23.	5.1	5.1	102
24.	4.2	4.1	83
25.	4.1	4.1	82
26.	4.1	4.1	82
27.	4.0	4.1	81
28.	5.2	5.0	102
29.	3.7	3.5	72
30.	3.7	3.6	73
31.	3.8	3.6	74
32.	5.1	5.2	103
33.	4.8	5.0	98
34.	4.9	5.0	99
35.	5.5	5.6	111
36.	5.3	5.4	107
37.	6.0	6.1	121
38.	4.1	4.1	82
39.	6.1	6.0	121
40.	5.9	6.0	119
41.	5.0	5.1	101

Cálculos para DUREZA TOTAL

Cálculos:

Para dureza total

$$\text{Dureza (EDTA) en mg/L de} = \frac{\text{mL de EDTA} \times 1000}{\text{mL de muestra}}$$

Ejemplo para Muestra No1

Datos:

mL de EDTA gastados por la muestra en la 1^o valoración: 6.2mL

mL de EDTA gastados por la muestra en la 2^o valoración: 6.3mL

mL de muestra: 50.0mL

Sustituyendo en formula:

$$\text{Dureza (EDTA) en mg/L de} = \frac{\text{mL de EDTA} \times 1000}{\text{mL de muestra}}$$

$$\text{Dureza (EDTA) en mg/L de} = \frac{6.2\text{mL} \times 1000}{50.0 \text{ mL}} = 124.0 \text{ mg/L}$$

$$\text{Dureza (EDTA) en mg/L de} = \frac{6.3\text{mL} \times 1000}{50.0 \text{ mL}} = 126.0 \text{ mg/L}$$

En donde el promedio de ambos resultados es: **125.0 mg/L** de dureza.

ANEXO N°7
RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS LECTURAS A 420 NM PARA
LA DETERMINACIÓN DE SULFATOS.

Cuadro N°6. RESULTADOS DE DETERMINACIÓN DE SULFATOS

No. Muestra	Lectura No. 1 (Absorbancia)	Lectura No.2 (Absorbancia)	Concentración (mg/L)
1.	0.074	0.073	10.37
2.	0.082	0.087	11.82
3.	0.051	0.054	7.59
4.	0.096	0.092	13.07
5.	0.103	0.099	13.99
6.	0.087	0.084	11.65
7.	0.032	0.029	4.69
8.	0.072	0.068	9.90
9.	0.072	0.076	10.43
10.	0.078	0.080	11.09
11.	0.099	0.085	12.81
12.	0.070	0.088	11.09
13.	0.062	0.065	9.05
14.	0.029	0.035	4.89
15.	0.031	0.034	4.95
16.	0.033	0.029	4.42
17.	0.031	0.031	4.75
18.	0.015	0.018	2.84
19.	0.029	0.025	4.23
20.	0.087	0.082	11.82
21.	0.045	0.046	6.67
22.	0.046	0.050	6.99
23.	0.048	0.050	7.13
24.	0.041	0.049	6.60
25.	0.055	0.048	7.48
26.	0.049	0.047	6.99
27.	0.051	0.046	7.07
28.	0.038	0.044	6.07
29.	0.011	0.009	1.98
30.	0.017	0.010	2.44
31.	0.014	0.009	2.17
32.	0.049	0.044	6.80
33.	0.037	0.037	5.55
34.	0.034	0.044	5.81
35.	0.105	0.105	14.53
36.	0.083	0.081	11.42
37.	0.060	0.063	8.78
38.	0.036	0.035	5.35
39.	0.076	0.077	10.76
40.	0.067	0.069	9.64
41.	0.073	0.075	10.43

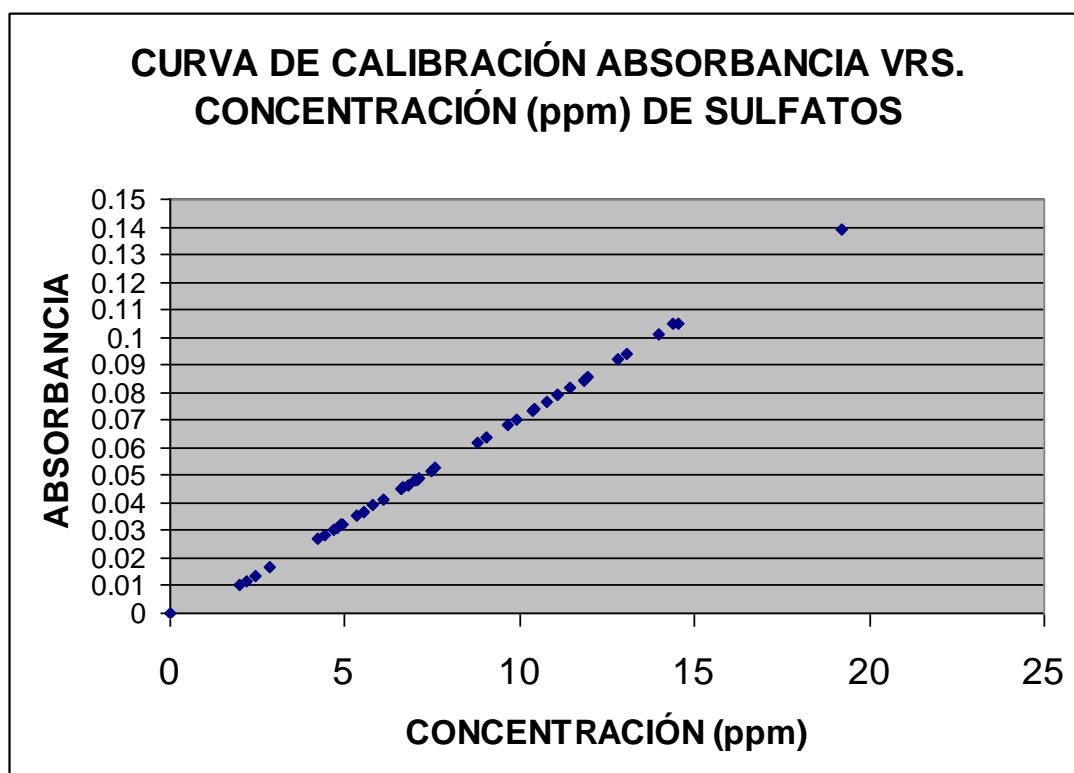


Fig. N°2. Curva de Calibración de Sulfatos para encontrar las concentraciones de las muestras por medio de las absorbancias.

Absorbancia vrs. Concentración

Estándares [mg/L].	Lectura (absorbancia)
Blanco	0.0
14.4	0.1015
19.2	0.139
24.0	0.170
28.8	0.204
38.4	0.300

ANEXO N°8

**ÍNDICE DE NMP Y LÍMITES DE ACEPTACIÓN DEL 95 POR 100
PARA DISTINTAS COMBINACIONES DE RESULTADOS
POSITIVOS CUANDO SE USAN TUBOS POR DILUCIÓN (10ML,
1.0ML, 0.1ML)**

Cuadro N°7. NÚMERO MÁS PROBABLE

Combinación de positivos	Índice NMP 100mL	Límites de confianza 95%		Combinación de positivos	Índice NMP 100mL	Límites de confianza 95%	
		Superior	Inferior			Superior	Inferior
0-0-0	< 2	-	-	4-2-0	22	9.0	56
0-0-1	2	1.0	10	4-2-1	26	12	65
0-1-0	2	1.0	10	4-3-0	27	12	67
0-2-0	4	1.0	13	4-3-1	33	15	77
				4-4-0	34	16	80
1-0-0	2	1.0	11				
1-0-1	4	1.0	15	5-0-0	23	9.0	86
1-1-0	4	1.0	15	5-0-1	30	10	110
1-1-1	6	2.0	18	5-0-2	40	20	140
1-2-0	6	2.0	18	5-1-0	30	10	120
				5-1-1	50	20	150
				5-1-2	60	30	180
2-0-0	4	1.0	17				
2-0-1	7	2.0	20	5-2-0	50	20	170
2-1-0	7	2.0	21	5-2-1	70	30	210
2-1-1	9	3.0	24	5-2-2	90	40	250
2-2-0	9	3.0	25	5-3-0	80	30	250
2-3-0	12	5.0	29	5-3-1	110	40	300
				5-3-2	140	60	360
3-0-0	8	3.0	24				
3-0-1	11	4.0	29	5-3-3	170	80	410
3-1-0	11	4.0	29	5-4-0	130	50	390
3-1-1	14	6.0	35	5-4-1	170	70	480
3-2-0	14	6.0	35	5-4-2	220	100	580
3-2-1	17	7.0	40	5-4-3	280	120	690
				5-4-4	350	160	820
4-0-0	13	5.0	38				
4-0-1	17	7.0	45	5-5-0	240	100	940
4-1-0	17	7.0	46	5-5-1	300	100	1300
4-1-1	21	9.0	55	5-5-2	500	200	2000
4-1-2	26	12	63	5-5-3	900	300	2900
				5-5-4	1600	600	5300
				5-5-5	>1600	-	-

ANEXO N°9
MEDIOS DE CULTIVO MICROBIOLÓGICO

EMB Agar (Eosin Methylene-blue Lactose Sucrose Agar)

Cat. No. 1.01347.0500
(500 g)

Selective agar proposed by HOLT-HARRIS and TEAGUE (1916) for the detection and isolation of pathogenic Enterobacteriaceae.

Mode of Action

The lactose and sucrose contained in this medium allow lactose- and sucrose-negative salmonellae and shigellae to be distinguished from lactose-positive coliform organisms and lactose-negative, sucrose-positive, accompanying flora (e.g. *Proteus vulgaris*, *Citrobacter*, *Aeromonas hydrophila*). The growth of undesired accompanying microorganisms, particularly Gram-positive bacteria, is largely inhibited by the dyes present in the medium.

Typical Composition (g/litre)

Peptones 10.0; di-potassium hydrogen phosphate 2.0; lactose 5.0; sucrose 5.0; eosin Y, yellowish 0.4; methylene blue 0.07; agar-agar 13.5.

Preparation

Suspend 36 g/litre, autoclave (15 min at 121 °C), pour plates. pH: 7.1 ± 0.2 at 25 °C.

The plates are clear and reddish-brown to violet-brown.

Experimental Procedure and Evaluation

Inoculate by spreading the sample material thinly on the surface of the plates.

Incubation: 24 hours at 35 °C aerobically.

Appearance of Colonies	Microorganisms
Translucent, amber coloured	Salmonella, Shigella
Greenish, metallic sheen in reflected light, blue-black centre in transmitted light	Escherichia coli
Colonies are larger than those of E. coli, mucoid, confluent, gray-brown centre in transmitted light	Enterobacter, Klebsiella and others

Quality control

Test strains	Growth	Colony colour	Metallic sheen
Escherichia coli ATCC 25922	good / very good	violet	+
Escherichia coli ATCC 11775	good / very good	violet	+
Escherichia coli 194	good / very good	violet	+
Escherichia coli ATCC 23716	good / very good	violet	+
Escherichia coli ATCC 8739	good / very good	violet	+
Enterobacter cloacae ATCC 13047	fair / very good	pink, dark centre	+ / -
Salmonella typhimurium ATCC 14028	good / very good	colourless, transparent	-
Shigella flexneri ATCC 12022	good / very good	colourless, transparent	-
Bacillus cereus ATCC 11778	none / poor		-

Literature

HOLT-HARRIS, J. E. & TEAGUE, C. A. A new culture medium for the isolation of *Bacillus typhosus* from stools - *J. Infect. Dis.*, 18: 596-600 (1916).

SS Agar (Salmonella Shigella Agar)

Cat. No. 1.07667.0500/5000
(500 g, 5 kg)

For the isolation of salmonellae and shigellae from faeces, foodstuffs and other materials

The medium complies with the recommendations of the APHA for the examination of food (1992)

Mode of Action

Brilliant green, ox bile and high concentrations of thiosulfate and citrate largely inhibit the accompanying microbial flora. Sulfide production is detected by using thiosulfate and iron ions, the colonies turn black. The presence of coliform bacteria is established by detecting degradation of lactose to acid with the pH indicator neutral red.

Typical Composition (g/litre)

Peptones 10.0; lactose 10.0; ox bile 8.5; sodium citrate 10.0; sodium thiosulfate 8.5; ammonium iron(III) citrate 1.0; brilliant green 0.0003; neutral red 0.025; agar-agar 12.0

Preparation

Suspend 60 g/litre completely, pour plates

■ Do not autoclave.

pH: 7.0 ± 0.2 at 25 °C.

The plates are clear and reddish-brown

Quality control (spiral plating method)

Test strains

Test strains	Inoculum (CFU/ml)	Recovery rate %	Colony colour	Black centre	Colour change of medium
Klebsiella pneumoniae ATCC 13883	10 ² -10 ⁸	≥ 30	pink	-	pink-red (precipitate)
Shigella flexneri ATCC 29903	10 ² -10 ⁸	≥ 30	colourless	-	yellowish-brown
Salmonella typhimurium ATCC 14028	10 ² -10 ⁸	≥ 30	colourless	+	yellowish-brown
Salmonella enteritidis NCTC 5188	10 ² -10 ⁸	≥ 30	colourless	+	yellowish-brown
Proteus mirabilis ATCC 14273	10 ² -10 ⁸	≥ 30	colourless	+	yellowish-brown
Escherichia coli ATCC 25922	> 10 ⁸	≤ 0.01	pink-red	-	pink-red (precipitate)
Staphylococcus aureus ATCC 25923	> 10 ⁸	≤ 0.01			
Bacillus cereus ATCC 11778	> 10 ⁸	≤ 0.01			

Literature

American Public Health Association. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 7th ed. 1992

Experimental Procedure and Evaluation

Spread the sample or material from an enrichment culture on the surface of the culture medium

Incubation 18-24 hours at 35 °C aerobically

Lactose-negative colonies are colourless. Lactose-positive colonies are pink to red. Colonies of microorganisms producing H₂S have a black centre.

Appearance of Colonies	Microorganisms
Colourless, translucent	Shigella and some Salmonella species
Translucent with a black centre	Proteus and most Salmonella species
Pink to red	Escherichia coli
Colonies are larger than those of E. coli, pink to whitish or cream-coloured, opaque, mucoid	Enterobacter aerogenes

Pseudomonas Selective Agar, Base (Cetrimide Agar)

CETRIMIDE Agar

Cat. No. 1.05284.0500
(500 g)

A modification of the medium proposed by BROWN and LOWBURY (1965) for the isolation and differentiation of *Pseudomonas aeruginosa* from various materials.

Preparation

Suspend 44.5 g/litre add 10 ml glycerol/litre autoclave (15 min at 121 °C). Pour plates.
pH: 7.0 ± 0.2 at 25 °C

The plates are turbid and light brown

This culture medium complies with the recommendations of the United States Pharmacopeia XXIII (1995) and the European Pharmacopeia II and is equivalent to the medium specified in the DIN Norm 38411.

Experimental Procedure and Evaluation

Inoculate by spreading the sample on the surface of the plates

Incubation: up to 48 hours at 35 °C aerobically.

Mode of Action

The use of cetrimide (cetyltrimethylammonium bromide) was recommended by LOWBURY (1951) and other authors: this compound largely inhibits the growth of the accompanying microbial flora. According to LOWBURY and COLLINS (1955), a concentration of 0.3 g/litre inhibits the accompanying organisms satisfactorily and minimizes interference with the growth of *Ps. aeruginosa*. The pigment production of *Ps. aeruginosa* is not inhibited when grown on this medium.

Ps. aeruginosa colonies produce a yellow-green pigment (pyocyanin) and fluoresce under UV light. Further tests should be performed for further identification (HUGH and LEIFSON 1953, KOVACS 1956, THORNLEY 1960, BÜHLMANN et al. 1961 etc.).

GOTO and ENOMOTO (1970) recommend the addition of 15 µg nalidixic acid/ml to improve the inhibition of the accompanying microbial flora.

Additives

Merck Cat.No.	Product	Pack size
1.04094.0500	Glycerol (about 87 %)	500 ml
1.13203.0001	UV Lamp (366 nm)	1 ea
1.06219.0005	Nalidixic acid	5 g

Typical Composition (g/litre)

Peptone from gelatin 20.0; magnesium chloride 1.4; potassium sulfate 10.0; N-cetyl-N,N,N-trimethylammoniumbromide (cetrimide) 0.3; agar-agar 13.0.

Also be added:

Glycerol 10 ml.

Quality control (spiral plating method)

Test strains	Inoculum (cfu/ml)	Recovery rate %	Yellow-green pigment
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 9027	10 ² -10 ⁶	≥ 30	+
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 25668	10 ² -10 ⁶	≥ 30	+
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	10 ² -10 ⁶	≥ 30	+
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	> 10 ⁵	≤ 0.01	-
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 29906	> 10 ⁵	≤ 0.01	-
<i>Salmonella typhimurium</i> ATCC 14028	> 10 ⁵	≤ 0.01	-
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	> 10 ⁵	≤ 0.01	-

Literature

- DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schimmuntersuchung. Mikrobiologische Verfahren. Nachweis von *Pseudomonas aeruginosa*. DIN 38411.
- BROWN V.I. & LOWBURY E.J.L. Use of improved cetrimide agar medium and other culture methods for *Pseudomonas aeruginosa*. *J. Clin. Pathol.* 18: 752-756 (1965).
- BÜHLMANN X., FISCHER W.A. & BRUHN J. Identification of a pyocyanogenic strains of *Pseudomonas aeruginosa*. *J. Bact.* 82: 787-788 (1967).
- European Pharmacopeia II, Chapter VIII, 10.
- GOTO S. & ENOMOTO S. Nalidixic acid cetrimide agar: A new selective plating medium for the selective isolation of *Pseudomonas aeruginosa*. *Japan J. Microbiol.* 14: 65-72 (1970).
- HUGH R. & LEIFSON E. The taxonomic significance of fermentative versus oxidative metabolism of carbohydrates by various gram-negative bacteria. *J. Bact.* 66: 24-26 (1953).
- KOVACS N. Identification of *Pseudomonas* pyocyanin by the oxidation reaction. *Nature (Lond.)* 178: 703 (1956).
- LOWBURY E.J.L. Improved culture methods for the detection of *Pseudomonas*. *J. Clin. Pathol.* 4: 66-72 (1951).
- LOWBURY E.J.L. & COLLINS A.D. The use of a new medium for the selective isolation of *Pseudomonas aeruginosa*. *J. Clin. Pathol.* 8: 10-12 (1955).
- THORNLEY M.J. The differentiation of *Pseudomonas* from other genera grown on the basis of arginine utilization. *J. Appl. Bact.* 23: 1-10 (1960).
- United States Pharmacopeia XXIII, Chapter: Microbiology, Tests, 11.10.1.

ANEXO N°10:

DATOS GENERALES DE MUESTRAS FÍSICO QUÍMICAS

Nº MX	LUGAR	FECHA	HORA	UBICACIÓN DE LA ZONA	PROCEDENCIA DEL AGUA	OBSERVACIÓN
1.	Cantón Cerrito, Comunidad Ixtactec.	19 - 06 - 05	10:00 A.M	Zona Rural	Pila El Mango	Agua de nacimiento
2.	Cantón Cerrito, Comunidad Ixtactec.	19 - 06 - 05	10:15 A.M	Zona Rural	Pila El Amate	Agua de nacimiento
3.	Cantón Cerrito, Comunidad Santa Alicia.	19 - 06 - 05	10:30 A.M	Zona Rural	Pozo superficial de Casa	Pozo artesanal
4.	Cantón Sabana Grande, Comunidad Sabana Grande zona Sur.	19 - 06 - 05	11:35 A.M	Zona Rural	Pocita los Rivera	Agua de nacimiento
5.	Cantón Sabana Grande, Comunidad Sabana Grande zona Sur.	19 - 06 - 05	11:45 A.M	Zona Rural	Pocita los Rivera 2	Agua de nacimiento
6.	Cantón Sabana Grande, Comunidad Sabana Grande zona Centro.	19 - 06 - 05	12:15 A.M	Zona Rural	Ex - plan Sabar	Grifos de casa
7.	Cantón Sabana Grande, Comunidad Sabana Grande zona Centro.	19 - 06 - 05	1:14 P.M	Zona Rural	Río Cuyuapa	Agua de río
8.	Cantón Sabana Grande, Comunidad Sabana Grande zona Centro.	19 - 06 - 05	1:48 P.M	Zona Rural	Ex - plan Sabar	Grifos de casa
9.	Cantón Sabana Grande, Comunidad Sabana Grande zona Norte.	19 - 06 - 05	2:00 P.M	Zona Rural	Ex - plan Sabar	Grifos de casa
10.	Cantón Sabana Grande, Comunidad Sabana Grande zona Norte.	19 - 06 - 05	2:11 P.M	Zona Rural	Ex - plan Sabar	Grifos de casa
11.	Cantón Sabana Grande, Comunidad Sabana Grande zona Norte.	19 - 06 - 05	2:17 P.M	Zona Rural	Ex - plan Sabar	Grifos de casa
12.	Cantón Sabana Grande, Comunidad Sabana Grande zona Norte.	19 - 06 - 05	2:29 P.M	Zona Rural	Ex - plan Sabar	Grifos de casa
13.	Cantón Cerrito, Comunidad Milagrosa 2	19 - 06 - 05	2:48 P.M	Zona Rural	Río Las Flores	Agua de río
14.	Cantón Cerrito, Comunidad Milagrosa 2	26-06-05	7:50 A.M	Zona Rural	Ex - plan Sabar	Grifos de casa

N° MX	LUGAR	FECHA	HORA	UBICACIÓN DE LA ZONA	PROCEDENCIA DEL AGUA	OBSERVACIÓN
15.	Cantón Cerrito, Comunidad Milagrosa 2	26-06-05	7:57 A.M	Zona Rural	Ex - plan Sabar	Grifos de casa
16.	Cantón Cerrito, Comunidad Cerrito	26-06-05	8:20 A.M	Zona Rural	Ex - plan Sabar	Grifos de casa
17.	Cantón Cerrito, Comunidad Cerrito	26-06-05	8:40 A.M	Zona Rural	Ex - plan Sabar	Grifos de casa
18.	Cantón Guacamaya, Barrio Santísima Trinidad.	26-06-05	9:00 A.M	Zona Rural	Ex - plan Sabar	Grifos de casa
19.	Cantón Cerrito, Comunidad Cerrito	26-06-05	10:25 A.M	Zona Rural	Ex - plan Sabar	Grifos de casa
20.	Cantón Cerrito, Comunidad las Dalías.	26-06-05	10:35 A.M	Zona Rural	Quebrada Regis Martínez	Agua de quebrada
21.	Cantón Cerrito, Comunidad Arroyo Blanco	07-07-05	1:00 P.M	Zona Rural	Ex - plan Sabar	Grifos de casa
22.	Cantón Cerrito, Comunidad Arroyo Blanco	07-07-05	1:05 P.M	Zona Rural	Ex - plan Sabar	Grifos de casa
23.	Cantón Cerrito, Comunidad Cerrito	07-07-05	1:15 P.M	Zona Rural	Ex - plan Sabar	Grifos de casa
24.	Cantón Guacamaya, Comunidad San Juan.	26-06-05	11:45 A.M	Zona Rural	Proyectó Cooperativa las Lictorias	Grifos de casa
25.	Cantón Guacamaya, Comunidad San Juan.	26-06-05	12:00 P.M	Zona Rural	Proyectó Cooperativa las Lictorias	Grifos de casa
26.	Cantón Guacamaya, Comunidad San Juan.	26-06-05	12:35 P.M	Zona Rural	Nacimiento de agua de Cooperativa las Lictorias	Agua Proveniente de una peña
27.	Cantón Guacamaya, Comunidad San Juan.	26-06-05	1:10 P.M	Zona Rural	Proyectó Cooperativa las Lictorias	Grifos de casa
28.	Cantón Guacamaya, Comunidad Santísima Trinidad.	26-06-05	2:55 P.M	Zona Rural	Ex - plan Sabar	Grifos de casa

	LUGAR	FECHA	HORA	UBICACIÓN DE LA ZONA	PROCEDENCIA DEL AGUA	OBSERVACIÓN
29.	Cantón Guacamaya, Comunidad Virgen del Rosario.	26-06-05	3:04 P.M	Zona Rural	La Tejera	Grifos de casa
30.	Cantón Guacamaya, Comunidad Virgen del Rosario.	26-06-05	3:09 P.M	Zona Rural	La Tejera	Grifos de casa
31.	Cantón Guacamaya, Comunidad Virgen del Rosario.	26-06-05	3:15 P.M	Zona Rural	La Tejera	Grifos de casa
32.	Cantón Guacamaya, Comunidad Santísima Trinidad.	26-06-05	3:40 P.M	Zona Rural	Ex - plan Sabar	Grifos de casa
33.	Cantón Guacamaya, Comunidad Santísima Trinidad.	26-06-05	3:45 P.M	Zona Rural	Ex - plan Sabar	Grifos de casa
34.	Cantón Guacamaya, Comunidad Santísima Trinidad.	26-06-05	3:50 P.M	Zona Rural	Ex - plan Sabar	Grifos de casa
35.	Cantón Guacamaya, Comunidad Santísima Trinidad.	07-07-05	6:55 A.M	Zona Rural	Quebrada las Américas	Agua de quebrada
36.	Juayua, El Borboyon.	07-07-05	9:24 A.M	Zona Rural	Nacimiento de agua El Borbollón	Agua de nacimiento
37.	Cantón Guacamaya, Comunidad El Callejón.	07-07-05	11:34 A.M	Zona Rural	Ex - plan Sabar	Grifos de casa
38.	Cantón Guacamaya, Comunidad El Callejón.	07-07-05	11:45 A.M	Zona Rural	Ex - plan Sabar	Grifos de casa
39.	Cantón Guacamaya, Comunidad El Callejón.	07-07-05	11:55 A.M	Zona Rural	Ex - plan Sabar	Grifos de casa
40.	Cantón Guacamaya, Comunidad El Callejón.	07-07-05	12:00 P.M	Zona Rural	Ex - plan Sabar	Grifos de casa
41.	Cantón Cerrito, Comunidad Cerrito	07-07-05	1:20 P.M	Zona Rural	Proyecto Unión Europea	Grifos de casa

ANEXO N°11:
RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

MX	T (°C)	PH	CONDUCTIVIDAD (Microhoms/cm)	TURBIDEZ (UNF)	SÓLIDOS TOTALES (mg/L)	CLORUROS (mg/L)	NITRATOS (mg/L)	DUREZA TOTAL (mg/L)	MANGANESO (mg/L)	HIERRO (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
13	25	5.98	100	---	100	7.49	25.75	76	---	0.06	9.05
14	26	6.9	100	---	100	12.49	16.37	93	0		4.89
15	25	5.84	100	0	100	7.49	16.24	92	---		4.95
16	25	5.88	100	---	100	4.99	16.08	93	---		4.42
17	24	5.97	100	---	100	7.49	16.14	91	0.02	0.01	4.75
18	25.5	5.95	110	---	100	4.99	18.71	94	0.01		2.84
19	26	5.97	110	---	100	52.48	16.27	93	0	0	4.23
20	25	5.96	110	0	100	57.48	12.99	87	0.03	0.02	11.82
21	25.5	5.96	100	---	100	52.49	13.58	103	0	0	6.67
22	25	6.06	100	---	100	7.49	13.68	102	---		6.99
23	25	6.41	100	---	100	4.99	13.62	102	---	0	7.13
24	25	5.94	100	---	100	7.49	23.98	83	0	0.02	6.60
25	25.5	5.94	100	---	100	4.99	24.11	82	0.01		7.48
26	25	6.04	100	---	100	7.49	24.15	82	0		6.99
27	26	6.12	90	0	100	4.99	23.82	81	0	0.02	7.07
28	24	6.22	100	0	100	0	24.64	102	---	0	6.07

MX	T (°C)	PH	CONDUCTIVIDAD (Microhoms/cm)	TURBIDEZ (UNF)	SÓLIDOS TOTALES (mg/L)	CLORUROS (mg/L)	NITRATOS (mg/L)	DUREZA TOTAL (mg/L)	MANGANESO (mg/L)	HIERRO (mg/L)	SULFATOS (mg/L)
29	24.5	6.2	80	---	50	37.49	12.28	72	0		1.98
30	25	6.21	80	---	50	0	12.08	73	---	0	2.44
31	25.5	6.25	80	---	50	4.99	11.82	74	0.01		2.17
32	24	6.32	100	---	100	4.99	24.47	103	0		6.80
33	25	6.32	100	---	100	4.99	24.57	98	0	0.02	5.55
34	28	6.34	100	---	100	4.99	25.15	99	0		5.81
35	24	6.16	110	---	100	4.99	29.36	111	0.03	0.02	14.53
36	22	6.75	100	---	100	29.98	28.51	107	0.01	0.02	11.42
37	25	6.91	110	---	100	7.49	21.78	121	0	0	8.78
38	25	6.77	70	---	100	47.48	8.34	82	0	0	5.35
39	24	6.69	110	---	100	44.98	21.46	121	0	0.06	10.76
40	25	6.65	110	---	100	7.49	21.92	119	0		9.64
41	26	6.67	100	---	100	4.99	22.72	101	0.01	0.09	10.43

ANEXO N°12:

DATOS GENERALES DE MUESTRAS MICROBIOLÓGICAS

N° MX	LUGAR	FECHA	HORA	UBICACIÓN DE LA ZONA	PROCEDENCIA DEL AGUA	OBSERVACION
2.	Cantón Cerrito, Comunidad Ixtactec.	19-06-05	10:15 A.M	Zona Rural	Pila El Amate	Agua de nacimiento
3.	Cantón Cerrito, Comunidad Santa Alicia.	19-06-05	10:30 A.M	Zona Rural	Pozo superficial de Casa	Pozo artesanal
4.	Cantón Sabana Grande, Comunidad Sabana Grande zona Sur.	19-06-05	11:35 A.M	Zona Rural	Pocita los Rivera	Agua de nacimiento
5.	Cantón Sabana Grande, Comunidad Sabana Grande zona Sur.	19-06-05	11:45 A.M	Zona Rural	Pocita los Rivera 2	Agua de nacimiento
6.	Cantón Sabana Grande, Comunidad Sabana Grande zona Centro.	19-06-05	12:15 A.M	Zona Rural	Ex - plan Sabar	Grifos de casa
7.	Cantón Sabana Grande, Comunidad Sabana Grande zona Centro.	19-06-05	1:14 P.M	Zona Rural	Río Cuyuapa	Agua de río
13.	Cantón Cerrito, Comunidad Milagrosa 2	19-06-05	2:48 P.M	Zona Rural	Río Las Flores	Agua de río
14.	Cantón Cerrito, Comunidad Milagrosa 2	26-06-05	7:50 A.M	Zona Rural	Ex - plan Sabar	Grifos de casa
16.	Cantón Cerrito, Comunidad Cerrito	26-06-05	8:20 A.M	Zona Rural	Ex - plan Sabar	Grifos de casa
20.	Cantón Cerrito, Comunidad las Dalias.	26-06-05	10:35 A.M	Zona Rural	Quebrada Regis Martínez	Agua de quebrada
21.	Cantón Cerrito, Comunidad Arroyo Blanco	07-07-05	1:00 P.M	Zona Rural	Ex - plan Sabar	Grifos de casa
27.	Cantón Guacamaya, Comunidad San Juan.	26-06-05	1:10 P.M	Zona Rural	Proyectó Cooperativa las Lictorias	Grifos de casa
28.	Cantón Guacamaya, Comunidad Santísima Trinidad.	26-06-05	2:55 P.M	Zona Rural	Ex - plan Sabar	Grifos de casa

30.	Cantón Guacamaya, Comunidad Virgen del Rosario.	26-06-05	3:09 P.M	Zona Rural	La Tejera	Grifos de casa
35.	Cantón Guacamaya, Comunidad Santísima Trinidad.	07-07-05	6:55 A.M	Zona Rural	Quebrada las Américas	Agua de quebrada
36.	Juayua, El Borbollón.	07-07-05	9:24 A.M	Zona Rural	Nacimiento de agua El Borbollón	Agua de nacimiento
37.	Cantón Guacamaya, Comunidad El Callejón.	07-07-05	11:34 A.M	Zona Rural	Ex - plan Sabar	Grifos de casa
41.	Cantón Cerrito, Comunidad Cerrito	07-07-05	1:20 P.M	Zona Rural	Proyecto Europea	Grifos de casa

ANEXO N°13:
ANALISIS MICROBIOLOGICO

Nº.Mx	BACTERIAS COLIFORMES TOTALES.	BACTERIAS COLIFORMES FECALES.	ESCHERICHIA COLI	CONTEO DE BACTERIAS HETEROTROFAS, AEROBIAS Y MESOFILAS	ORGANISMOS PATOGENOS	OBSERVACIONES
2	>1600 NMP/100mL	1600 NMP/100mL	Positiva	850 UFC/mL	Presencia de Pseudomona aeruginosa	Abundante presencia de levaduras
3	>1600 NMP/100mL	900 NMP/100mL	Positiva	850 UFC/mL	Ausencia de Pseudomona aeruginosa	Abundante presencia de levaduras
4	>1600 NMP/100mL	60 NMP/100mL	Positiva	1220 UFC/mL	Ausencia de Pseudomona aeruginosa	Abundante presencia de levaduras
5	>1600 NMP/100mL	34 NMP/100mL	Positiva	1200 UFC/mL	Ausencia de Pseudomona aeruginosa	Abundante presencia de levaduras
6	2 NMP/100mL	Negativo	Negativa	8 UFC/mL	Presencia de Pseudomona aeruginosa	Ninguna
7	240 NMP/100mL	11 NMP/100mL	Positiva	18 UFC/mL	Presencia de Pseudomona aeruginosa	Abundante presencia de levaduras
13	500 NMP/100mL	4 NMP/100mL	Positiva	315 UFC/mL	Ausencia de Pseudomona aeruginosa	Abundante presencia de levaduras
14	<1.1 NMP/100mL	Negativo	Negativa	<10 UFC/mL	Presencia de Pseudomona sp	Ninguna

Nº.Mx	BACTERIAS COLIFORMES TOTALES.	BACTERIAS COLIFORMES FECALES.	ESCHERICHIA COLI	CONTEO DE BACTERIAS HETEROTROFAS, AEROBIAS Y MESOFILAS	ORGANISMOS PATOGENOS	OBSERVACIONES
16	<1.1 NMP/100mL	Negativa	Negativa	<10 UFC/mL	Ausencia de Pseudomona aeruginosa	Ninguna
20	>1600 NMP/100mL	50 NMP/100mL	Positiva	1190 UFC/mL	Presencia de Pseudomona aeruginosa	Ninguna
21	4 NMP/100mL	Negativa	Negativa	2 UFC/mL	Ausencia de Pseudomona aeruginosa	Ninguna
27	>1600 NMP/100mL	350 NMP/100mL	Positiva	211 UFC/mL	Citrobacter sp	Ninguna
28	70 NMP/100mL	7 NMP/100mL	Positiva	104 UFC/mL	Ausencia de Pseudomona sp	Ninguna
30	900 NMP/100mL	300 NMP/100mL	Positiva	33 UFC/mL	Presencia de Pseudomona aeruginosa	Ninguna
35	>1600 NMP/100mL	>1600 NMP/100mL	Positiva	469 UFC/mL	Ausencia de Pseudomona aeruginosa	Ninguna

Nº.Mx	BACTERIAS COLIFORMES TOTALES.	BACTERIAS COLIFORMES FECALES.	ESCHERICHIA COLI	CONTEO DE BACTERIAS HETEROTROFAS, AEROBIAS Y MESOFILAS	ORGANISMOS PATOGENOS	OBSERVACIONES
36	>1600 NMP/100mL	30 NMP/100mL	Positiva	580 UFC/mL	Ausencia de Pseudomona aeruginosa	Ninguna
37	500 NMP/100mL	9 NMP/100mL	Positiva	109 UFC/mL	Ausencia de Pseudomona aeruginosa	Ninguna
41	50 NMP/100mL	2.2 NMP/100mL	Positiva	206 UFC/mL	Ausencia de Pseudomona aeruginosa	Ninguna

ANEXO N°14

**VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES PARA CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA Y
MICROBIOÓGICA DE LA NORMA OFICIAL SALVADOREÑA PARA AGUA
POTABLE NSO 13.07.01:97**

Cuadro N°8. VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES PARA AGUA POTABLE

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR RECOMENDADO	VALOR MAXIMO ADMISIBLE
Color Aparente	-	NR	-
Color Verdadero	mg/l (Pt-Co)	-	15
Conductividad	$\mu\text{mho/cm}$ a 25°C	500	1,600
Olor	Nº de umbral de Olor	NR	3
pH	-	6.0 - 8.5	-
Sabor	Nº de umbral de Sabor	NR	1
Sólidos totales disueltos	mg/l	300	600
Temperatura	°C	18 a 30	NR*
Turbiedad	UNT	1	5

Cuadro N°8. Continuación

PARAMETRO	VALOR RECOMENDADO mg/l	VALOR MAXIMO ADMISIBLE mg/l
Acido Sulfhídrico	No detectable	<0.05
Alcalinidad Total como (CaCO ₃)	30.00	350.00
Antimonio	-	0.005
Calcio	-	75.00
Cloruros	25.00	250.00
Cobre	0.10	1.00
Dureza Total como (CaCO ₃)	100.00	400.00
Fluoruros	-	1.50
Hierro Total	0.05	0.30
Magnesio	-	50.00
Manganeso	0.05	0.10
Nitrógeno Amoniacal (NH ₃)	-	0.50
Nitrógeno (Kjeldahl) N de NO ₂ y NO ₃	-	1.00
Plata	-	0.10
Potasio	-	10.00
Silice	60.00	125.00
Sodio	25.00	150.00
Sulfatos	25.00	250.00

Cuadro N°8. Continuación

DETERMINACIÓN	ESPECIFICACIONES
Bacterias coliformes totales	<1.1 NMP/100 mL
Bacterias coliformes fecales	Negativo
Escherichia coli	Negativo
Conteo de bacterias heterótrofas aerobias y mesófilas	100 UFC/mL
Pseudomona aeruginosa	Ausencia de organismos patógenos

ANEXO N°15

CERTIFICADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN SALUD
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**



Ciudad Universitaria
Final 25 Avenida Norte
San Salvador, El Salvador

Telefax: No (503) 225-8826 / 225-8434
Correo: CEN_SALUD_ES@hotmail.com

INFORME DE ANÁLISIS

Nombre de la muestra: **Muestra No. 2** Código: **A-21**

Punto de Muestreo: Pila El Amate

Procedencia: -----

Solicitante: Karina Maricela Alas Fecha de emisión 27-06-05


Determinación de Coliformes Totales y Fecales por el Método del Número más Probable
Método: (NMP), Recuento de Bacterias Heterótrofas por el método de vertido en placa.

Fecha de Muestreo: 19-06-05 Hora de Muestreo: 10:15 a.m.

Persona que tomó la muestra: Karina Maricela Alas

Descripción: Líquido incoloro, transparente, sin olor.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
Bacterias coliformes totales	> 1600 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL
Bacterias coliformes fecales	1600 NMP / 100 mL	Negativo
<i>Escherichia coli</i>	Positiva	Negativo
Conteo de bacterias herótrofas aerobias y mesófilas	850 UFC / mL *	100 UFC / mL
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	Presencia	Ausencia de organismos patógenos
<p>NMP: Número más Probable; UFC: Unidades formadoras de Colonias OBSERVACIONES: Especificaciones basadas en la Norma NSO 13.07.01:99 * Abundante presencia de Levaduras</p>		


 Lic. Amy Elieth Morán Rodríguez
 QUÍMICO-FARMACEUTICA



Fecha de análisis: 20-06-05



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN SALUD
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR



Ciudad Universitaria
Final 25 Avenida Norte
San Salvador, El Salvador

Teletax No. (503) 225-8826 y 225-8434
Correo: CEN_SALUD_UES@hotmail.com

INFORME DE ANÁLISIS

Nombre de la muestra: Muestra No. 3 Código: A-22
Punto de Muestreo: Pozo de Casa
Procedencia: Comunidad Santa Alicia
Solicitante: Karina Maricela Alas Fecha de emisión 27-06-05
Determinación de Coliformes Totales y Fecales por el Método del Número más Probable
Método: (NMP), Recuento de Bacterias Heterótrofas por el método de vertido en placa.
Fecha de Muestreo: 19-06-05 Hora de Muestreo: 10:30 a.m.
Persona que tomó la muestra: Karina Maricela Alas

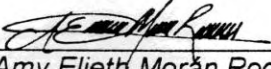
Descripción: Líquido incoloro, transparente, sin olor.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
Bacterias coliformes totales	> 1600 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL
Bacterias coliformes fecales	900 NMP / 100 mL	Negativo
<i>Escherichia coli</i>	Positiva	Negativo
Conteo de bacterias herótrofas aerobias y mesófilas	840 UFC / mL *	100 UFC / mL
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	Ausencia	Ausencia de organismos patógenos

NMP: Número más Probable; UFC: Unidades formadoras de Colonias

OBSERVACIONES: Especificaciones basadas en la Norma NSO 13.07.01:99

* Abundante presencia de Levaduras


Lic. Amy Elieth Morán Rodríguez
QUÍMICO-FARMACEUTICA



Fecha de análisis: 20-06-05



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN SALUD
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR



Ciudad Universitaria
Final 25 Avenida Norte
San Salvador, El Salvador

Telefax No. (503) 225-8826 y 225-8434
Correo: CEN_SALUD_UES@hotmail.com

INFORME DE ANÁLISIS

Nombre de la muestra: Muestra No. 4 Código: A-23
Punto de Muestreo: Pocita Los Rivera
Procedencia: Comunidad Sabana Grande (zona sur)
Solicitante: Karina Maricela Alas Fecha de emisión 27-06-05
Determinación de Coliformes Totales y Fecales por el Método del Número más Probable
Método: (NMP), Recuento de Bacterias Heterótrofas por el método de vertido en placa.
Fecha de Muestreo: 19-06-05 Hora de Muestreo: 11:35 a.m.
Persona que tomó la muestra: Karina Maricela Alas

Descripción: Líquido incoloro, transparente, sin olor.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
Bacterias coliformes totales	> 1600 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL
Bacterias coliformes fecales	60 NMP / 100 mL	Negativo
<i>Escherichia coli</i>	Positiva	Negativa
Conteo de bacterias herótrofas aerobias y mesófilas	1220 UFC / mL *	100 UFC / mL
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	Ausencia	Ausencia de organismos patógenos

NMP: Número más Probable; UFC: Unidades formadoras de Colonias

OBSERVACIONES: Especificaciones basadas en la Norma NSO 13.07.01:99

* Abundante presencia de Levaduras


Lic. Amy Elieth Morán Rodríguez
QUÍMICO-FARMACEUTICA



Fecha de análisis: 20-06-05



**CENTRO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO EN SALUD
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**



Ciudad Universitaria
Final 25 Avenida Norte
San Salvador, El Salvador

Telefax No. (503) 225-8826 y 225-8434
Correo: CEN_SALUD_UES@hotmail.com

INFORME DE ANÁLISIS

Nombre de la muestra: Muestra No. 5 Código: A-24
 Punto de Muestreo: Pocita Los Rivera 2
 Procedencia: Comunidad Sabana Grande (zona sur)
 Solicitante: Karina Maricela Alas Fecha de emisión 27-06-05
 Determinación de Coliformes Totales y Fecales por el Método del Número más Probable
 Método: (NMP), Recuento de Bacterias Heterótrofas por el método de vertido en placa.
 Fecha de Muestreo: 19-06-05 Hora de Muestreo: 11:45 a.m.
 Persona que tomó la muestra: Karina Maricela Alas

Descripción: Líquido incoloro, transparente, sin olor.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
Bacterias coliformes totales	> 1600 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL
Bacterias coliformes fecales	34 NMP / 100 mL	Negativo
<i>Escherichia coli</i>	Positiva	Negativa
Conteo de bacterias herótrofas aerobias y mesófilas	1220 UFC / mL *	100 UFC / mL
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	Ausencia	Ausencia de organismos patógenos
NMP: Número más Probable; UFC: Unidades formadoras de Colonias OBSERVACIONES: Especificaciones basadas en la Norma NSO 13.07.01:99 * Abundante presencia de Levaduras		

Lic. Amy Elieth Morán Rodríguez
QUÍMICO-FARMACEUTICA



Fecha de análisis: 20-06-05



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN SALUD
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**



Ciudad Universitaria
Final 25 Avenida Norte
San Salvador, El Salvador

Telefax No. (503) 225-8820 y 225-8434
Correo: CEN_SALUD_UES@hotmail.com

INFORME DE ANÁLISIS

Nombre de la muestra: Muestra No. 6 Código: A-25

Punto de Muestreo: Casa frente a cancha de Fútbol Reinaldo Rodríguez

Procedencia: Comunidad Sabana Grande (centro)

Solicitante: Karina Maricela Alas Fecha de emisión 27-06-05

Determinación de Coliformes Totales y Fecales por el Método del Número más Probable
Método: (NMP), Recuento de Bacterias Heterótrofas por el método de vertido en placa.

Fecha de Muestreo: 19-06-05 Hora de Muestreo: 12:35 a.m.


Persona que tomó la muestra: Karina Maricela Alas

Descripción: Líquido incoloro, transparente, sin olor.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
Bacterias coliformes totales	2 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL
Bacterias coliformes fecales	Negativo	Negativo
<i>Escherichia coli</i>	Negativa	Negativa
Conteo de bacterias herótrofas aerobias y mesófilas	8 UFC / mL *	100 UFC / mL
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	Presencia	Ausencia de organismos patógenos

NMP: Número más Probable; UFC: Unidades formadoras de Colonias

OBSERVACIONES: Especificaciones basadas en la Norma NSO 13.07.01:99


Lic. Amy Elbeth Morán Rodríguez
QUÍMICO-FARMACEUTICA



Fecha de análisis: 20-06-05



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN SALUD
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR



Ciudad Universitaria
Final 25 Avenida Norte
San Salvador, El Salvador

Telefax No. (503) 225-8826 y 225-8434
Correo: CEN_SALUD_UES@hotmail.com

INFORME DE ANÁLISIS

Nombre de la muestra: Muestra No. 7 Código: A-26
Punto de Muestreo: Cuyuapa
Procedencia: Comunidad Sabana Grande (zona centro)
Solicitante: Karina Maricela Alas Fecha de emisión 27-06-05
Determinación de Coliformes Totales y Fecales por el Método del Número más Probable
Método: (NMP), Recuento de Bacterias Heterótrofas por el método de vertido en placa.
Fecha de Muestreo: 19-06-05 Hora de Muestreo: 1:14 p.m.
Persona que tomó la muestra: Karina Maricela Alas

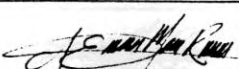
Descripción: Líquido incoloro, transparente, sin olor.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
Bacterias coliformes totales	240 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL
Bacterias coliformes fecales	11 NMP / 100 mL	Negativo
<i>Escherichia coli</i>	Positiva	Negativa
Conteo de bacterias herótrofas aerobias y mesófilas	18 UFC / mL *	100 UFC / mL
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	Presencia	Ausencia de organismos patógenos

NMP: Número más Probable; UFC: Unidades formadoras de Colonias

OBSERVACIONES: Especificaciones basadas en la Norma NSO 13.07.01:99

* Abundante presencia de Levaduras


Lic. Amy Elieth Morán Rodríguez
QUÍMICO-FARMACEUTICA



Fecha de análisis: 20-06-05



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN SALUD
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR



Ciudad Universitaria
Final 25 Avenida Norte
San Salvador, El Salvador

Telefax No: (503) 225-8826 y 225-8434
Correo: CEN_SALUD_UES@hotmail.com

INFORME DE ANÁLISIS

Nombre de la muestra: Muestra No. 13 Código: A-27
Punto de Muestreo: Río Las Flores
Procedencia: Cantón Cerrito Milagrosa 2
Solicitante: Karina Maricela Alas Fecha de emisión 27-06-05
Determinación de Coliformes Totales y Fecales por el Método del Número más Probable
Método: (NMP), Recuento de Bacterias Heterótrofas por el método de vertido en placa.
Fecha de Muestreo: 19-06-05 Hora de Muestreo: 2:40 p.m.
Persona que tomó la muestra: Karina Maricela Alas

Descripción: Líquido incoloro, transparente, sin olor.

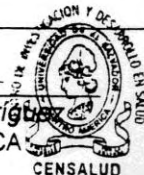
DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
Bacterias coliformes totales	500 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL
Bacterias coliformes fecales	4 NMP / 100 mL	Negativo
<i>Escherichia coli</i>	Positiva	Negativa
Conteo de bacterias herótrofas aerobias y mesófilas	315 UFC / mL *	100 UFC / mL
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	Ausencia	Ausencia de organismos patógenos

NMP: Número más Probable; UFC: Unidades formadoras de Colonias

OBSERVACIONES: Especificaciones basadas en la Norma NSO 13.07.01:99

* Abundante presencia de Levaduras


Lic. Amy Elieth Morán Rodríguez
QUÍMICO-FARMACEUTICA



Fecha de análisis: 20-06-05



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN SALUD
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR



Ciudad Universitaria
Final 25 Avenida Norte
San Salvador, El Salvador

Telefax No. (503) 225-8826 y 225-8434
Correo: CEN_SALUD_UES@hotmail.com


INFORME DE ANÁLISIS

Nombre de la muestra: Muestra No. 14 Código: A-30
Punto de Muestreo: Cerrito Milagrosa 2
Procedencia: Cerrito Milagrosa 2
Solicitante: Karina Maricela Alas Fecha de emisión 04-07-05
Determinación de Coliformes Totales y Fecales por el Método del Número más Probable
Método: (NMP), Recuento de Bacterias Heterótrofas por el método de vertido en placa.
Fecha de Muestreo: 26-06-05 Hora de Muestreo: 7:50 a.m.
Persona que tomó la muestra: Karina Maricela Alas

Descripción: Líquido incoloro, transparente, sin olor.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
Bacterias coliformes totales	< 1.1 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL
Bacterias coliformes fecales	Negativo	Negativo
<i>Escherichia coli</i>	Negativa	Negativa
Conteo de bacterias herótrofas aerobias y mesófilas	< 10 UFC / mL *	100 UFC / mL
Organismos patógenos	Pseudomona sp.	Ausencia de organismos patógenos

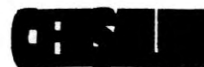
NMP: Número más Probable; UFC: Unidades formadoras de Colonias
OBSERVACIONES: Especificaciones basadas en la Norma NSO 13.07.01:99


Lic. Amy Elieth Morán Rodríguez
QUÍMICO-FARMACEUTICA
CENSALUD

Fecha de análisis: 27-06-05



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN SALUD
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**



Ciudad Universitaria
Final 25 Avenida Norte
San Salvador, El Salvador

Telefax No. (503) 225-8826 y 225-8434
Correo: CEN_SALUD_CES@hotmail.com

INFORME DE ANÁLISIS

Nombre de la muestra: **Muestra No. 16** Código: **A-31**
 Punto de Muestreo: **Casa, chorro**
 Procedencia: **Cerrito San Fernando**
 Solicitante: **Karina Maricela Alas** Fecha de emisión **04-07-05**
 Determinación de Coliformes Totales y Fecales por el Método del Número más Probable
 Método: **(NMP), Recuento de Bacterias Heterótrofas por el método de vertido en placa.**
 Fecha de Muestreo: **26-06-05** Hora de Muestreo: **8:20 a.m.**
 Persona que tomó la muestra: **Karina Maricela Alas**

Descripción: **Líquido incoloro, transparente, sin olor.**

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
Bacterias coliformes totales	< 1.1 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL
Bacterias coliformes fecales	Negativo	Negativo
<i>Escherichia coli</i>	Negativa	Negativa
Conteo de bacterias herótrofas aerobias y mesófilas	< 10 UFC / mL *	100 UFC / mL
Organismos patógenos	Ausencia	Ausencia de organismos patógenos

NMP: Número más Probable; UFC: Unidades formadoras de Colonias

OBSERVACIONES: Especificaciones basadas en la Norma NSO 13.07.01:99


 Lic. Amy Elieth Morán Rodríguez
 QUÍMICO-FARMACEUTIGA

 CENSAI

Fecha de análisis: **27-06-05**



INFORME DE ANÁLISIS

Nombre de la muestra: Muestra No. 20 Código: A-32
 Punto de Muestreo: Comunidad Cerrito (Delicias), quebrada Regis Martínez
 Procedencia: Cantón Cerrito
 Solicitante: Karina Maricela Alas Fecha de emisión 04-07-05
 Método: Determinación de Coliformes Totales y Fecales por el Método del Número más Probable (NMP), Recuento de Bacterias Heterótrofas por el método de vertido en placa.
 Fecha de Muestreo: 26-06-05 Hora de Muestreo: 10:35 a.m.
 Persona que tomó la muestra: Karina Maricela Alas

Descripción: Líquido incoloro, transparente, sin olor.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
Bacterias coliformes totales	>1600 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL
Bacterias coliformes fecales	50 NMP / 100 mL	Negativo
<i>Escherichia coli</i>	Positiva	Negativa
Conteo de bacterias herótrofas aerobias y mesófilas	1190 UFC / mL *	100 UFC / mL
Organismos patógenos	<i>Pseudomona aeruginosa</i>	Ausencia de organismos patógenos
NMP: Número más Probable; UFC: Unidades formadoras de Colonias OBSERVACIONES: Especificaciones basadas en la Norma NSO 13.07.01:99		


 Lic. Amy Elieth Morán Rodríguez
 QUÍMICO-FARMACÉUTICA


Fecha de análisis: 27-06-05

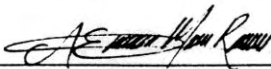



INFORME DE ANÁLISIS

Nombre de la muestra: Muestra No. 21 Código: A-35
 Punto de Muestreo: Chorro Jorge Rivera (taller)
 Procedencia: Cerrito Arroyo Blanco
 Solicitante: Karina Maricela Alas Fecha de emisión 14-07-05
 Determinación de Coliformes Totales y Fecales por el Método del Número más Probable
 Método: (NMP), Recuento de Bacterias Heterótrofas por el método de vertido en placa.
 Fecha de Muestreo: 07-07-05 Hora de Muestreo: 1:00 p.m.
 Persona que tomó la muestra: Karina Maricela Alas

Descripción: Líquido incoloro, transparente, sin olor.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
Bacterias coliformes totales	4 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL
Bacterias coliformes fecales	Negativo	Negativo
<i>Escherichia coli</i>	Negativa	Negativa
Conteo de bacterias herótrofas aerobias y mesófilas	2 UFC / mL	100 UFC / mL
Organismos patógenos	Ausencia	Ausencia de organismos patógenos
NMP: Número más Probable; UFC: Unidades formadoras de Colonias OBSERVACIONES: Especificaciones basadas en la Norma NSO 13.07.01:99		


 Lic. Amy Elieth Morán Rodríguez
 QUÍMICO-FARMACEUTICA


Fecha de análisis: 08-07-05



CENTRO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO EN SALUD
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR



Ciudad Universitaria
Final 25 Avenida Norte
San Salvador, El Salvador

Telefax No: (503) 225-8826 y 225-8434
Correo: CEN_SALUD_UES@hotmail.com

INFORME DE ANÁLISIS


Nombre de la muestra: Muestra No. 27 Código: A-33
Punto de Muestreo: Cantón Guacamaya
Procedencia: San Juan
Solicitante: Karina Maricela Alas Fecha de emisión 04-07-05
Determinación de Coliformes Totales y Fecales por el Método del Número más Probable
Método: (NMP), Recuento de Bacterias Heterótrofas por el método de vertido en placa.
Fecha de Muestreo: 26-06-05 Hora de Muestreo: 1:18 p.m.
Persona que tomó la muestra: Karina Maricela Alas

Descripción: Líquido incoloro, transparente, sin olor.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
Bacterias coliformes totales	>1600 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL
Bacterias coliformes fecales	350 NMP / 100 mL	Negativo
<i>Escherichia coli</i>	Positiva	Negativa
Conteo de bacterias herótrofas aerobias y mesófilas	211 UFC / mL *	100 UFC / mL
Organismos patógenos	<i>Citrobacter sp.</i>	Ausencia de organismos patógenos

NMP: Número más Probable; UFC: Unidades formadoras de Colonias

OBSERVACIONES: Especificaciones basadas en la Norma NSO 13.07.01:99


Lic. Amy Elieth Morán Rodríguez
QUÍMICO-FARMACEÚTICA

Fecha de análisis: 27-06-05



INFORME DE ANÁLISIS

Nombre de la muestra: Muestra No. 28 Código: A-36
 Punto de Muestreo: Chorro Casa Mestizo Tesorero
 Procedencia: Guacamaya, Barrio Trinidad
 Solicitante: Karina Maricela Alas Fecha de emisión 14-07-05
 Determinación de Coliformes Totales y Fecales por el Método del Número más Probable
 Método: (NMP), Recuento de Bacterias Heterótrofas por el método de vertido en placa.
 Fecha de Muestreo: 07-07-05 Hora de Muestreo: -----
 Persona que tomó la muestra: Karina Maricela Alas

Descripción: Líquido incoloro, transparente, sin olor.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
Bacterias coliformes totales	70 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL
Bacterias coliformes fecales	7 NMP / 100 mL	Negativo
<i>Escherichia coli</i>	Positiva	Negativa
Conteo de bacterias herótrofas aerobias y mesófilas	104 UFC / mL	100 UFC / mL
Organismos patógenos	Ausencia	Ausencia de organismos patógenos

NMP: Número más Probable; UFC: Unidades formadoras de Colonias

OBSERVACIONES: Especificaciones basadas en la Norma NSO 13.07.01:99

Lic. Amy Elieth Morán Rodríguez
QUÍMICO-FARMACEUTICA

Fecha de análisis: 08-07-05



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN SALUD
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR



Ciudad Universitaria
Final 25 Avenida Norte
San Salvador, El Salvador

Telefax No. (503) 225-8826 y 225-8434
Correo: CEN_SALUD_UES@hotmail.com

INFORME DE ANÁLISIS

Nombre de la muestra: Muestra No. 30 Código: A-34
Punto de Muestreo: Cantón Guacamaya
Procedencia: Virgen del Rosario
Solicitante: Karina Maricela Alas Fecha de emisión 04-07-05
Determinación de Coliformes Totales y Fecales por el Método del Número más Probable
Método: (NMP), Recuento de Bacterias Heterótrofas por el método de vertido en placa.
Fecha de Muestreo: 26-06-05 Hora de Muestreo: 3:09 p.m.
Persona que tomó la muestra: Karina Maricela Alas

Descripción: Líquido incoloro, transparente, sin olor.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
Bacterias coliformes totales	900 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL
Bacterias coliformes fecales	300 NMP / 100 mL	Negativo
<i>Escherichia coli</i>	Positiva	Negativa
Conteo de bacterias herótrofas aerobias y mesófilas	33 UFC / mL *	100 UFC / mL
Organismos patógenos	<i>Pseudomona sp.</i>	Ausencia de organismos patógenos
NMP: Número más Probable; UFC: Unidades formadoras de Colonias		
OBSERVACIONES: Especificaciones basadas en la Norma NSO 13.07.01:99		


Lic. Amy Elieth Morán Rodríguez
QUÍMICO-FARMACÉUTICA

Fecha de análisis: 27-06-05





CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN SALUD
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR



Ciudad Universitaria
Final 25 Avenida Norte
San Salvador, El Salvador

Teletax No. (503) 225-8826 y 225-8434
Correo: CEN_SALUD_UES@hotmail.com

INFORME DE ANÁLISIS

Nombre de la muestra: Muestra No. 35 Código: A-37
 Punto de Muestreo: Quebrada Las Américas
 Procedencia: Cantón Guacamaya, Barrio Trinidad
 Solicitante: Karina Maricela Alas Fecha de emisión 14-07-05
 Determinación de Coliformes Totales y Fecales por el Método del Número más Probable
 Método: (NMP), Recuento de Bacterias Heterótrofas por el método de vertido en placa.
 Fecha de Muestreo: 07-07-05 Hora de Muestreo: 6:55 a.m.
 Persona que tomó la muestra: Karina Maricela Alas

Descripción: Líquido incoloro, transparente, sin olor.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
Bacterias coliformes totales	> 1600 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL
Bacterias coliformes fecales	> 1600 NMP / 100 mL	Negativo
<i>Escherichia coli</i>	Positiva	Negativa
Conteo de bacterias herótrofas aerobias y mesófilas	469 UFC / mL	100 UFC / mL
Organismos patógenos	Ausencia	Ausencia de organismos patógenos

NMP: Número más Probable; UFC: Unidades formadoras de Colonias

OBSERVACIONES: Especificaciones basadas en la Norma NSO 13.07.01:99


 Lic. Amy Elieth Morán Rodríguez
 QUÍMICO-FARMACEUTICO

 CENSALUD

Fecha de análisis: 08-07-05



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN SALUD
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR



Ciudad Universitaria
Final 25 Avenida Norte
San Salvador, El Salvador

Teléfono No. (503) 224-8826 y 224-4434
Correo: CEN_SALUD_CIES@unsa.edu.sv

INFORME DE ANÁLISIS

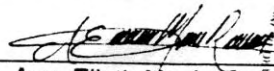

Nombre de la muestra: Muestra No. 36 Código: A-38
 Punto de Muestreo: Nacimiento de Agua
 Procedencia: Juayúa, Borboyón.
 Solicitante: Karina Maricela Alas Fecha de emisión 14-07-05
 Determinación de Coliformes Totales y Fecales por el Método del Número más Probable
 Método: (NMP). Recuento de Bacterias Heterótrofas por el método de vertido en placa.
 Fecha de Muestreo: 07-07-05 Hora de Muestreo: 9:24 a.m.
 Persona que tomó la muestra: Karina Maricela Alas

Descripción: Líquido incoloro, transparente, sin olor; con partículas oscuras suspendidas.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
Bacterias coliformes totales	> 1600 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL
Bacterias coliformes fecales	30 NMP / 100 mL	Negativo
<i>Escherichia coli</i>	Positiva	Negativa
Conteo de bacterias herótrofas aerobias y mesófilas	580 UFC / mL	100 UFC / mL
Organismos patógenos	Ausencia	Ausencia de organismos patógenos

NMP: Número más Probable; UFC: Unidades formadoras de Colonias

OBSERVACIONES: Especificaciones basadas en la Norma NSO 13.07.01:99


 Lic. Amy Elieth Morán Rodríguez
 QUÍMICO-FARMACEUTICA


Fecha de análisis: 08-07-05



INFORME DE ANÁLISIS

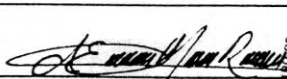

Nombre de la muestra: Muestra No. 37 Código: A-39
 Punto de Muestreo: Chorro Luz de Hernández
 Procedencia: Guacamaya, Callejón
 Solicitante: Karina Maricela Alas Fecha de emisión 14-07-05
 Determinación de Coliformes Totales y Fecales por el Método del Número más Probable
 Método: (NMP), Recuento de Bacterias Heterótrofas por el método de vertido en placa.
 Fecha de Muestreo: 07-07-05 Hora de Muestreo: 11:34 a.m.
 Persona que tomó la muestra: Karina Maricela Alas

Descripción: Líquido incoloro, transparente, sin olor.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
Bacterias coliformes totales	500 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL
Bacterias coliformes fecales	9 NMP / 100 mL	Negativo
<i>Escherichia coli</i>	Positiva	Negativa
Conteo de bacterias herótrofas aerobias y mesófilas	109 UFC / mL	100 UFC / mL
Organismos patógenos	Ausencia	Ausencia de organismos patógenos

NMP: Número más Probable; UFC: Unidades formadoras de Colonias

OBSERVACIONES: Especificaciones basadas en la Norma NSO 13.07.01:99


 Lic. Amy Elieth Morán Rodríguez
 QUÍMICO-FARMACEUTICA

 CENSALUD

Fecha de análisis: 08-07-05



INFORME DE ANÁLISIS



Nombre de la muestra: Muestra No. 41 Código: A-40
 Punto de Muestreo: Chorro
 Procedencia: Cerrito Comunidad Europea
 Solicitante: Karina Maricela Alas Fecha de emisión 14-07-05
 Determinación de Coliformes Totales y Fecales por el Método del Número más Probable
 Método: (NMP), Recuento de Bacterias Heterótrofas por el método de vertido en placa.
 Fecha de Muestreo: 07-07-05 Hora de Muestreo: 1:20 p.m.
 Persona que tomó la muestra: Karina Maricela Alas

Descripción: Líquido incoloro, transparente, sin olor.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
Bacterias coliformes totales	50 NMP / 100 mL	< 1.1 NMP / 100 mL
Bacterias coliformes fecales	2.2 NMP / 100 mL	Negativo
<i>Escherichia coli</i>	Positiva	Negativa
Conteo de bacterias herótrofas aerobias y mesófilas	206 UFC / mL	100 UFC / mL
Organismos patógenos	Ausencia	Ausencia de organismos patógenos

NMP: Número más Probable; UFC: Unidades formadoras de Colonias

OBSERVACIONES: Especificaciones basadas en la Norma NSO 13.07.01:99


 Lic. Amy Elieth Morán Rodríguez
 QUÍMICO-FARMACEUTICA


Fecha de análisis: 08-07-05

ANEXO N°16

**FOTOS SOBRE LA CHARLA EXPUESTA A LOS REPRESENTANTES
ASOCIADOS A ARCAS.**

Fig. Fotografía N°1 y 2: Se observa la llegada de los miembros asociados a ARCAS, en donde posteriormente se les dará la charla de exposición de resultados de los análisis.



Fig. Fotografía N°1



Fig. Fotografía N° 2

Fig. Fotografía N° 3: Esta muestra parte del material didáctico utilizado en la charla. **Fig. Fotografía N° 4:** Se muestra el momento en el que es iniciada la charla, en donde se les da a conocer a los participantes una pequeña introducción del trabajo.



Fig. Fotografía N°3



Fig. Fotografía N° 4