

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



DETERMINACION DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS Y
MICROBIOLOGICOS EN AGUA DE CONSUMO HUMANO EN UNA ZONA
RESIDENCIAL EN SAN JUAN OPICO, LA LIBERTAD

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR
ANA MARIA MAGAÑA PEREZ
MARIA LILIAM GUEVARA MARTINEZ

PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIATURA EN QUIMICA Y FARMACIA

JULIO 2009

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MSc. RUFINO ANTONIO QUEZADA SANCHEZ

SECRETARIO GENERAL

LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHAVEZ

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANO

LIC. SALVADOR CASTILLO AREVALO

SECRETARIA

MSc. MORENA LIZETTE MARTINEZ DE DIAZ

COMITE DE TRABAJO DE GRADUACION

COORDINADORA GENERAL

Licda. María Concepción Odette Rauda Acevedo.

ASESORA DE AREA DE MICROBIOLOGIA

MSc. Coralia de los Ángeles González de Díaz.

ASESORA DE AREA DE GESTION AMBIENTAL, CALIDAD AMBIENTAL

Licda. Cecilia Haydee Gallardo de Velásquez.

DOCENTES DIRECTORES

Licda. Rosa Linda Montes.

Lic. Guillermo Antonio Castillo Ruiz.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por habernos permitido culminar nuestro trabajo de graduación, ya que sin su ayuda no hubiera sido posible alcanzar nuestra meta.

A nuestro docente director: Lic. Guillermo Castillo por la disposición que tuvo en todo momento, por su apoyo, por el conocimiento adquirido en la realización de este trabajo, por motivarnos a seguir adelante, por la confianza brindada y por ser un amigo en los momentos que lo necesitamos.

A la Licda. Rosa Linda Montes por orientarnos y formar parte del desarrollo del trabajo.

Al comité de trabajo de graduación: Licda. María Odette Rauda, Licda. Cecilia Gallardo de Velásquez, MSc. Coralia de los Ángeles González de Díaz por el tiempo brindado y consejos para la realización de este trabajo de investigación.

También a las demás personas y amigos que nos brindaron su ayuda a lo largo de la realización de este trabajo de investigación, muchas gracias y que Dios bendiga mucho sus vidas.

Ana María y María Liliam

DEDICATORIA

2 Timoteo 4:7

He peleado la buena batalla, he acabado la carrera, he guardado la fe.

Con mucho amor dedico mi trabajo de graduación:

A DIOS TODO PODEROSO, por darme la fortaleza, sabiduría y por ser mi soporte en los momentos difíciles, gracias porque permitió culminar con éxito la meta trazada.

A MIS PADRES, José Alberto e Hilda Ruth; gracias papi por haber creído en mi, por todo tu amor y tu confianza, gracias porque no permitiste que me diera por vencida, gracias por todos tus sacrificios y a ti mami gracias por tu amor, por tus oraciones, por tus consejos y por haber estado en los momentos que necesite de palabras de aliento y por tus sacrificios. Le agradezco a Dios por haberme dado a los mejores padres del mundo, son los ángeles que Dios envió para cuidarme, que sus vidas sean muy bendecidas, los amo mucho.

A MIS HERMANAS, Jacquelinne e iris; por todo su cariño, por haberme escuchado y por sus oraciones, quiero decirles que ustedes forman parte de este logro.

A mi abuelita Delfina Amaya y tía María Gladys; por sus oraciones y por el apoyo que recibí a lo largo de mi carrera y mi prima Gladis Cristina por la ayuda que me brindo. Que Dios las bendiga mucho.

A MI COMPAÑERA DE TESIS, María Liliam por la amistad brindada y los ánimos que mutuamente nos brindamos. Gracias amiga.

Ana María Magaña Pérez

DEDICATORIA

A DIOS TODO TODOPODEROSO, por haberme dado la sabiduría y la fortaleza, sin su ayuda no hubiera sido posible que culminara con éxito esta etapa tan importante en mi vida.

A MI MADRE; Irma Concepción, por la ayuda brindada, por sus consejos y por la confianza depositada en mi y por sus sacrificios.

A MIS HERMANOS; Lorena y Guillermo, por haber estado ahí y darme su voto de seguridad a mí persona.

A MI HIJA; Valeria Nicolle, que es el motor que me impulsa a seguir adelante, la que me motiva a no darme por vencida y a superarme cada día mas. La amo mucho.

AL AMOR DE MI VIDA; Wilber Guzmán, por haberme dado su hombro en los momentos en el que mi fe se debilitaba, por orientarme y hacerme saber que siempre cuento con él y por su ayuda incondicional.

A MIS AMISTADES, que siempre conté con su ayuda, por escucharme y por los consejos que me brindaron, ya que no dejaron que me diera por vencida

A MI COMPAÑERA DE TESIS; Ana María por la confianza, amistad y el apoyo mutuo para la culminación de nuestro trabajo de graduación.

María Liliam Guevara Martínez

INDICE

Contenido	Pág.
Resumen	
Capitulo I	
1.0 Introducción	xxi
Capitulo II	
2.0 Objetivos	
2.1 Objetivo General	24
2.2 Objetivos Específicos	24
Capitulo III	
3.0 Marco Teórico	26
3.1 Generalidades	26
3.2 Definiciones técnicas para agua potable	28
3.3 Índices de calidad del agua	28
3.4 Análisis fisicoquímico de agua potable	28
3.4.1 Color.	29
3.4.2 Olor.	30
3.4.3 Sabor.	30
3.4.4 Determinación de pH.	30
3.4.5 Sólidos Totales.	31
3.4.6 Turbidez.	31
3.4.7 Temperatura	31

3.4.8 Hierro.	32
3.4.9 Manganeseo.	33
3.4.10 Sodio.	34
3.4.11 Zinc.	34
3.4.12 Plomo.	35
3.4.13 Determinación de dureza total	36
3.5 Enfermedades químicas transmitidas por el agua.	41
3.6 Espectroscopia	42
3.6.1 Espectrofotométrica de Absorción Atómica	42
3.7 Análisis bacteriológico	44
3.7.1 Las bacterias heterótrofas	45
3.7.2 El grupo coliforme	46
3.7.3 Los coliformes fecales (termorresistentes)	47
3.7.4 Escherichia coli.	48
3.7.5 Técnica de filtración por membrana para miembros del grupo de coliformes.	48
3.8 Ubicación Geográfica	51
3.8.1 Ubicación de la zona de muestreo de agua potable: Residencial Versailles	51
Capítulo IV	
4.0 Diseño Metodológico	53
4.1 Tipo de Estudio	53

4.2 Investigación Bibliográfica	53
4.3 Investigación de Campo	53
4.4 Tipo de Muestreo	53
4.5 Recolección	54
4.6 Investigación de Laboratorio	54
4.6.1 Determinación de parámetros fisicoquímicos	54
4.6.1.1 Análisis por Espectrofotometría de Absorción Atómica	55
4.6.1.2 Color.	56
4.6.1.3 Temperatura	57
4.6.1.4 Determinación de pH	58
4.6.1.5 Sólidos Totales	58
4.6.1.6 Turbidez	59
4.6.1.7 Determinación de Dureza	60
4.6.2 Determinación de parámetros microbiológicos	61
4.6.2.1 Técnica de filtración por membrana	62
4.6.2.2 Determinación de recuento total de bacterias heterótrofas.	62
4.6.2.3 Determinación de coliformes totales	63
4.6.2.4 Determinación de coliformes fecales y Escherichia Coli.	64

Capitulo V	
5.0 Resultados e Interpretación	67
Capitulo VI	
6.0 Conclusiones	107
Capitulo VII	
7.0 Recomendaciones	111
Bibliografía	
Anexos	

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Pág.
1. Interpretación de la Dureza	37
2. Sustancias y concentraciones máximas	38
3. Alteraciones físicas	39
4. Alteraciones Químicas	40
5. Agente causante de enfermedades de origen bacteriano, viral y parasitario	50
6. Parámetros fisicoquímicos de la casa situada al Norte de la Residencial Versailles.	68
7. Parámetros fisicoquímicos de la casa situada al sur de la Residencial Versailles	74
8. Parámetros fisicoquímicos de la casa situada al este de la Residencial Versailles	80
9. Parámetros fisicoquímicos de la casa situada al Oeste de la Residencial Versailles	86
10. Parámetros microbiológicos de la casa situada al Norte de la Residencial Versailles	92
11. Parámetros microbiológicos de la casa situada al sur de la Residencial Versailles	96
12. Parámetros microbiológicos de la casa situada al Este de la Residencial Versailles	100
13. Parámetros microbiológicos de la casa situada al Oeste de la Residencial Versailles	103
14. Standard flame Emission conditions for Zn	129
15. Standard atomic absorption conditions for Pb	130
16. Standard flame emission conditions for Pb	130
17. Standard atomic absorption conditions for Mn	131
18. Standard flame emission conditions for Mn	131
19. Standard atomic absorption conditions for Fe	132
20. Standard flame emission conditions for Fe	132

INDICE DE FIGURAS

Figura No.	Pág.
1. Diagrama en bloques del espectrofotómetro de absorción atómica.	43
2. Conexión del quitazato a la bomba de vacío	134
3. Abertura de la caja petri y colocación de la almohadilla	134
4. Incorporación del caldo selectivo	135
5. Colocación de la membrana filtrante estéril	135
6. Decantación del volumen de muestra	136
7. Colocación de la membrana filtrante en la caja petri sobre la almohadilla	136
8. Incubación a (35-37)° C	137
9. Ubicación geográfica del municipio de San Juan Opico.	139
10. Residencial Versailles	141
11. Toma de muestra de agua de grifo	141
12. Determinación de pH	142
13. Determinación de Sólidos Totales a 103-105°C	142
14. Determinación de Dureza	143
15. Espectrofotómetro de Absorción Atómica para Análisis de metales.	143
16. Determinación de Parámetros Microbiológicos	144
17. Equipo para el método de Filtración por membrana	144
18. Contador digital para las bacterias.	145
19. Coloración de colonias.	145

INDICE DE TABLAS

Tabla No.		Pág.
1.	Limite Máximo Permisible para calidad Microbiológica Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04	117
2.	Limite Máximo Permisible de características Físicas y Organolépticas Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04	118
3.	Valores para Sustancias Químicas Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04	118
4.	Frecuencia del muestreo para certificar la calidad bacteriana del agua potable. Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04	119
5.	Número de muestra y frecuencia de muestreo para análisis Fisicoquímico Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04	119

INDICE DE ANEXOS.

Anexo No.

1. Requisitos de Calidad Microbiológicos.
2. Reactivos, Materiales y Equipo
3. Preparación de reactivos
4. Standard Atomic Absorption Conditions for Zn.
5. Pasos para la técnica de filtración por membrana
6. Municipio de San Juan Opico.
7. Imágenes de la parte experimental.
8. Cálculos para determinación de Dureza.

ABREVIATURAS

Abreviatura	Significado
N	Norte
E	Este
S	Sur
W	Oeste
LN	Longitudinal Norte
LW	Longitudinal Oeste
HNO ₃	Acido Nítrico
Mg(OH) ₂	Hidróxido de Magnesio
CO ₂	Dióxido de Carbono
°C	Grados Celsius
Pt-Co	Platino Cobalto
CaCO ₃	Carbonato de Calcio
mg	Miligramo
L	Litro
mL	Mililitro
Fig	Figura
UNT	Unidad Nefelométrica de Turbidez
nm	Nanómetro
No.	Número
ppm	Parte por millón

Zn

Zinc

Fe

Hierro

Mn

Manganeso

Na

Sodio

Pb

Plomo

UFC

Unidad Formadora de Colonia

MR

Rojo de Metilo

g

Gramo

μ

Micra

Pág.

Página

RESUMEN

RESUMEN

El agua hoy en día es considerada como un importante patrimonio y como un medio de vida al que hay que preservar. Aún cuando el término agua potable es de uso cotidiano, su concepto implica una alta confiabilidad en su calidad y una gran responsabilidad en abastecer de esta a la población. De acuerdo con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04, la cantidad de sustancias contaminantes para el ser humano en el agua potable debe ser limitada y es indispensable que las características fisicoquímicas y microbiológicas estén dentro de los parámetros específicos establecidos.

La presente investigación se realizó con el propósito de hacer un estudio fisicoquímico y microbiológico al agua de consumo humano en una residencial privada ubicada en la zona de San Juan Opico Departamento de la Libertad, en el periodo de la tercera y cuarta semana del mes de Agosto y en la segunda y tercera semana del mes de Septiembre del año 2008; dentro de los parámetros fisicoquímicos que se investigaron están: pH, Temperatura, Sólidos Totales, Turbidez, Dureza, Color , Sodio, Zinc, Hierro, Manganeso, Plomo y los parámetros microbiológicos: Coliformes Totales, Coliformes Fecales, ***Escherichia coli*** y Recuento de Bacterias Heterótrofas.

Los resultados obtenidos en los parámetros fisicoquímicos revelan que el agua potable cumple con los límites establecidos por la Norma Salvadoreña, pero los resultados obtenidos en los parámetros microbiológicos no cumplen; por lo que

se concluye que el agua suministrada a la zona residencial no es apta para el consumo humano.

Por lo anterior, se recomienda un monitoreo constante en el análisis de agua potable, por parte de las entidades responsables para asegurar la calidad de esta y la salud de los habitantes que la consumen.

CAPITULO I
INTRODUCCION

I. INTRODUCCION

El agua pura es un recurso renovable, sin embargo puede llegar a estar tan contaminada por las actividades humanas, que ya no sea útil, sino nociva y de calidad deficiente.

La evaluación de la calidad del agua a tenido un lento desarrollo; hasta finales del siglo XIX no se reconoció el agua como origen de numerosas enfermedades infecciosas; sin embargo hoy en día, la importancia tanto de la cantidad como de la calidad del agua esta fuera de toda duda.

Se considera que el agua esta contaminada, cuando ya no se le puede dar el uso para la cual es destinada o cuando se ven alteradas sus propiedades químicas, físicas y biológicas.

En líneas generales, se puede decir que el agua esta contaminada cuando pierde su potabilidad.

Para evitar esta contaminación se han ideado mecanismos de control, las cuales están regidas por las normas nacionales e internacionales que establecen lo rangos permisibles de contaminación, y buscan asegurar que el agua que se utiliza no sea dañina.

Debido a lo antes mencionado es que esta investigación se enfoco a la determinación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos al agua de consumo humano en una residencial privada en la zona de San Juan Opico, departamento de La Libertad; ya que se encuentra en los alrededores de una fuente de contaminación como lo es la fábrica de baterías y a su vez esta

ubicado en una zona volcánica donde puede existir contaminación, además los pobladores manifestaron sabor y olor no grato en el agua potable. La determinación de los parámetros fisicoquímicos se realizó empleando el método de Espectrofotometría de Absorción Atómica para ciertos elementos que son: hierro, manganeso, plomo, sodio, zinc, determinación de dureza por el método volumétrico utilizando EDTA y parámetros microbiológicos por el método de filtración por membrana para coliformes totales, coliformes fecales, ***Escherichia coli*** y recuento de bacterias heterótrofas. Para comprobar dichos criterios se tomo como base la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04. (Ver Anexo No. 1) la cual se analizo de acuerdo al tamaño de la población.

La presente investigación se realizó en la tercera y cuarta semana del mes de Agosto y la segunda y tercera semana del mes de Septiembre del año 2008.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, se darán a conocer a las personas interesadas de la zona residencial de San Juan Opico.

CAPITULO II

OBJETIVOS

2.0 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, en agua de consumo humano, en una zona residencial en San Juan Opico, La Libertad.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

2.2.1 Recolectar muestras de agua de consumo humano en la zona seleccionada.

2.2.2 Realizar análisis de parámetro Organoléptico (color) y parámetros Físicos: pH, Sólidos totales, Turbidez, Temperatura.

2.2.3 Realizar análisis de los parámetros Químicos como Dureza Total y Manganeso, Hierro, Sodio, Zinc, Plomo por Espectrofotometría de Absorción Atómica.

2.2.4 Realizar análisis de parámetros microbiológico como Bacterias Coliformes Totales, Coliformes Fecales, *Escherichia coli* y Recuento de Bacterias Heterótrofas.

2.2.5 Comparar los resultados obtenidos con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable.

CAPITULO III
MARCO TEORICO

3.0 MARCO TEORICO.

3.1 Generalidades.

El termino calidad del agua es relativo, referido a la composición del agua en la medida en que esta es afectada por la concentración de sustancias producidas por procesos naturales y actividades humanas.

Como tal, es un término neutral que no puede ser clasificado como bueno o malo sin hacer referencia al uso para la cual el agua es destinada.

De acuerdo con lo anterior, tanto los criterios como los estándares y objetivos de calidad del agua variaran dependiendo de si se trata de agua para consumo humano (agua potable), para uso agrícola o industrial, para recreación, para mantener la calidad ambiental, etc.

Los limites tolerables de las diversas sustancias contenidas en el agua son normadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Panamericana de la Salud (OPS), y por los gobiernos nacionales, pudiendo variar ligeramente de uno a otro.⁽¹⁰⁾

La calidad del agua esta determinada por la hidrología, la fisicoquímica y la biología de la masa de agua a que se refiera. Las características hidrológicas son importantes ya que indican el origen, cantidad del agua y el tiempo de permanencia, entre otros datos.

Estas condiciones tienen relevancia ya que, según los tipos de substratos por los que viaje el agua, esta se cargara de unas sales u otras en función de la composición y la solubilidad de los materiales de dicho sustrato. Así, las aguas

que discurren por zonas calizas (rocas muy solubles) se cargaran fácilmente de carbonatos, entre otras sales.

En el otro extremo, los cursos de agua que discurren sobre sustratos cristalinos, como los granitos, se cargaran muy poco de sales, y aparecerá en cantidades apreciables de sílice.

La cantidad y la temperatura también son importantes a la hora de analizar las causas que concurren para que el agua presente una calidad u otra.

Lógicamente, para una cantidad de contaminantes dada, cuanto mayor sea la cantidad de agua receptora mayor será la dilución de los mismos y la pérdida de la calidad será menor. Por otra parte, la temperatura tiene relevancia, ya que los procesos de putrefacción y algunas reacciones químicas de degradación de residuos potencialmente tóxicos se pueden ver acelerados por el aumento de temperatura.

El agua encontrada en estado natural nunca esta en estado puro, sino que presentan sustancias disueltas y en suspensión. Estas sustancias pueden limitar, de modo igualmente natural, el tipo de usos del agua. Las aguas hipersalinas o muy sulfurosas, por ejemplo, no se pueden usar como agua potable o de riego. En estos casos, con frecuencia, el carácter del agua la hace indicada para uso reservado a la conservación, pues suelen albergar comunidades naturales raras. (11)

3.2 Definiciones técnicas para agua potable. (21)

Agua potable: Es el agua apta para el consumo humano, la cual debe estar exenta de organismos capaces de provocar enfermedades y de elementos o sustancias que pueden producir efectos fisiológicos perjudiciales, cumpliendo con los requisitos de la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:04.

(Ver Anexo No. 1)

Agua tratada: Corresponde al agua cuyas características han sido modificadas por medio de procesos físicos, químicos, biológicos y microbiológicos.

Agua Clorada: Es el agua sometida a un proceso de desinfección por medio de cloro y sus derivados en concentraciones que cumplen la norma.

3.3 Índices de calidad del agua .(20)

Debido a la cantidad de parámetros que participan en el diagnóstico de la calidad del agua y a lo complejo que este puede llegar a ser, se han diseñado índices para sintetizar la información proporcionada por esos parámetros. Los índices tienen el valor de permitir la comparación de la calidad en diferentes lugares y momentos, y de facilitar la valoración de los vertidos contaminantes y de los procesos de auto depuración.

3.4 Análisis fisicoquímico de agua potable 12)

Significa que debe estar libre de microorganismos patógenos, de minerales y de sustancias orgánicas que pueden producir efectos fisiológicos adversos. Debe estar estéticamente aceptable y por lo tanto, debe estar exenta de turbidez, color, olor y sabor desagradable.

Puede ser ingerida o utilizada en el procesamiento de alimentos de cualquier cantidad, sin temor por efectos adversos sobre la salud. Con las denominaciones de agua potable de suministro público y agua potable de uso domiciliario, se entiende la que es apta para la alimentación y uso doméstico: no deberá contener sustancias o cuerpos extraños de origen biológico, orgánico, inorgánico o radioactivo tales que la hagan peligrosa para la salud. Deberá presentar sabor agradable y ser prácticamente incolora, inodora, límpida.

El agua potable de uso domiciliario es el agua proveniente de un suministro público, de un pozo o de otra fuente, ubicada en los reservorios o depósitos domiciliarios. Ambas deberán cumplir con las características físicas, químicas y microbiológicas.

3.4.1 Color. ⁽¹²⁾

El color de las aguas naturales se debe a la presencia de sustancias orgánicas disueltas o coloidales, de origen vegetal y a veces sustancias minerales (sales de hierro, manganeso, etc.). Como el color se aprecia sobre agua filtrada, el dato analítico no corresponde a la coloración comunicada por cierta materia en suspensión.

El color de las aguas se determina por comparación con una escala de patrones preparada con una solución de cloruro de platino y cloruro de cobalto. El número que expresa el color de un agua es igual al número de miligramos de platino que contiene un litro patrón cuyo color es igual al del agua examinada.

3.4.2 Olor. (12)

Esta dado por diversas causas, sin embargo los casos mas frecuentes son:

- Debido al desarrollo de microorganismos.
- A la descomposición de restos vegetales.
- Olor debido a contaminación con líquidos cloacales industriales
- Debido a la formación de compuestos resultantes del tratamiento químico del agua.

Las aguas destinadas a la bebida no deben de tener olor perceptible.

3.4.3 Sabor. (12)

Esta dado por sales disueltas en ella. Los sulfatos de Hierro y Manganeso dan sabor amargo. En las calificaciones de un agua desempeña un papel importante, pudiendo ser agradable u objetable.

3.4.4 Determinación de pH. (12)

El pH óptimo de las aguas debe estar entre 6.5 y 8.5, es decir, entre neutra y ligeramente alcalina, el máximo aceptado es 9. Las aguas de pH menor de 6.5 son corrosivas, por el anhídrido carbónico, ácidos o sales acidas que tienen en disolución. Para determinarlo se usan métodos colorimétricos o potenciométricos.

Para poder decidir sobre la potabilidad del agua se requiere el control de un número elevado de parámetros químicos y determinados parámetros bacteriológicos. Dentro de los primeros tiene especial importancia el amonio, los nitratos y nitritos, indicadores de contaminación por excelencia.

3.4.5 Sólidos Totales. (4)

Los sólidos totales en el agua se definen como el residuo que se obtiene, después de haber sometido a evaporación una muestra de agua, a ese residuo se le conoce como sólidos totales, los cuales están comprendidos por sólidos disueltos o filtrables y por los sólidos suspendidos o no filtrables.

Los sólidos disueltos están constituidos por material ya sea orgánico y/o inorgánico soluble en agua y los sólidos suspendidos están constituidos por material grosero o coloidal, ya sea orgánico o inorgánico.

3.4.6 Turbidez. (4)

La turbidez es la dificultad del agua para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, coloidales o muy finos, que se presentan principalmente en aguas superficiales. Son difíciles de decantar y filtrar y pueden dar lugar a la formación de depósitos en las conducciones de agua, equipos de proceso, etc.

3.4.7 Temperatura. (4)

Es una propiedad física de un sistema en la que se da una transferencia de energía térmica o calor, entre ese sistema y otros. Cuando existe una diferencia de temperatura, el calor tiende a transferirse del sistema de mayor temperatura al de menor temperatura hasta alcanzar el equilibrio térmico. En el sistema internacional de unidades, la unidad de temperatura es el Kelvin. Sin embargo esta muy generalizado el uso de otras escalas de temperatura, concretamente

es escala Celsius (o centígrado). Una diferencia de temperatura de un Kelvin equivale a una diferencia de un grado centígrado.

3.4.8 Hierro. (14)

Es un elemento que puede ser un problema para el abastecimiento del agua potable. El hierro es más común que el manganeso pero frecuentemente ocurren juntos. No es peligroso para la salud.

Problemas que causa el hierro es sabor, olor y color no deseable al agua potable. El hierro causa manchas rojizos-cafés en la ropa, porcelana, platos, utensilios, vasos, lavaplatos, accesorios de plomería y concreto. Los detergentes no remueven estas manchas. El cloro casero y los productos alcalinos (tales como el sodio y el bicarbonato) pueden intensificar las manchas. Los depósitos de hierro se acumulan en los tubos de cañería, tanques de presión, calentadores de agua y equipo ablandador de agua. Estos depósitos restringen el flujo del agua y reducen la presión de agua. Más energía se requiere para bombear agua a través de tubos tapados y para calentar el agua si los rodos de los calentadores están cubiertos con minerales. Esto aumenta el costo de energía y el agua. El agua contaminada con hierro contiene bacterias de hierro. Estas bacterias se alimentan de los minerales que hay en el agua. No causan problemas para la salud, pero si forman una baba color rojiza- café en los tanques de inodoro y puede tapar los sistemas de agua. Las partículas de hierro pueden provenir de tubos corroídos o del mismo abastecimiento del agua. Las partículas se forman debido a que el oxígeno en el sistema de

plomería esta oxidando y precipitando el hierro. Si el agua esta clara cuando sale del grifo, pero las partículas se forman y se acumulan después de que el agua ha estado estancada por un rato, el hierro esta en el suministro del agua, se disuelven en el agua, permanecen invisibles hasta que se oxidan y precipitan.

3.4.9 Manganese. (14)

Es un elemento similar al hierro que causa problemas al abastecimiento del agua potable. Problemas que causa el manganese son sabor, olor y color no deseable al agua potable. El manganese causa manchas de color café- negras en los mismos materiales que el hierro. El agua contaminada con manganese contiene bacterias que forman una baba color rojizas- negras que pueden ser visibles cuando el agua sale del grifo y pueden tapar los tanques de inodoro. No es peligroso para la salud. El manganese usualmente se disuelve en agua, aunque algunos pozos pocos profundos contienen manganese coloidal que le da al agua un tinte negro. La baba rojizo-café o negra que existe en los tanques de inodoros o los grifos es una señal que existen bacterias de manganese. La parte interior del tanque de inodoro es un buen lugar para tomar esta muestra. Altas concentraciones de manganese puede darle un sabor metálico al agua.

Toma de muestra:

El manganese puede estar en una forma soluble en un agua neutra al principio de tomar la muestra, pero se oxida un grado de oxidación más alto y precipita o llega a ser absorbido por las paredes del recipiente. Determinar el manganese

enseguida de tomar la muestra. Cuando sea inevitable un cierto retraso se puede determinar el manganeso total si se acidula la muestra en el momento de su toma empleando HNO_3 hasta $\text{pH} < 2$.

3.4.10 Sodio. ⁽¹⁾

El sodio ocupa el sexto lugar entre los elementos más abundantes y se encuentran en la mayoría de las aguas naturales. Los niveles pueden variar entre menos de 1 mg Na/L y más de 500 mg Na/L. En las salmueras y aguas duras ablandadas por procesos de intercambio de sodio pueden encontrarse concentraciones relativamente altas.

Almacenamiento de las muestras: Conservase la muestra en botellas de polietileno para eliminar la posibilidad de contaminación de la muestra por lixiviación del recipiente de vidrio.

3.4.11 Zinc. ⁽¹³⁾

El zinc es el elemento esencial y beneficioso para el crecimiento humano. Concentraciones por encima de 5 mg/L pueden ser causa de un gusto astringente amargo y de opalescencia en aguas alcalinas. La concentración de zinc en las aguas potables de Estados Unidos varia entre 0.06 y 7.0 mg/L. La forma mas común de la introducción de zinc en el suministro domestico de agua es por deterioro del hierro galvanizado y deszincado del latón. En estos casos también puede estar presentes plomo y cadmio, que son impurezas del zinc utilizado en galvanización. El zinc en el agua también puede tener su origen en la contaminación de residuos industriales.

Selección del método: Se prefieren los métodos de espectrometría de absorción atómica y de plasma de acoplamiento inductivo. El método de la ditizona I esta destinado a agua potable, mientras que el método de ditizona II esta destinado al agua contaminada, pudiéndose utilizar el método del Zinc en uno y otro caso.

3.4.12 Plomo. (15)

La contaminación del agua por plomo no se origina directamente por el plomo sino por sus sales solubles en agua que son generadas por las fábricas de pinturas, de acumuladores, por alfarerías con esmaltado, en foto termografía, en pirotecnia, en la coloración a vidrios o por industrias químicas productoras de tetraetilo de plomo (se usa como antidetonante en gasolinas) y por algunas actividades mineras, etc.

Las dos principales vías de acceso de los compuestos de plomo al organismo son el tracto gastrointestinal y los pulmones. Cerca del 10 % del plomo ingerido es excretado en la orina y en menor cantidad en el sudor, en el pelo y en las uñas. El 90 % del plomo que se encuentra en el cuerpo humano se deposita en el esqueleto óseo y es relativamente inerte, y el que pasa a través del torrente sanguíneo puede depositarse en los tejidos.

Los signos más comunes de intoxicación por plomo son los gastrointestinales y sus síntomas comprenden anorexia, náusea, vómito, diarrea y constipación, seguida de cólicos. El plomo puede afectar la síntesis de la hemoglobina y el tiempo de vida media de los glóbulos rojos, así como, al sistema nervioso

central y periférico. La contaminación por el plomo en los riñones produce cambios en las mitocondrias e inflamación de las células del epitelio del túbulo proximal y alteraciones funcionales que provocan aminoaciduria, glucosuria e hiperfosfaturia (síndrome de Fanconi).

Todos los compuestos de plomo son tóxicos en diferente grado, dependiendo de su naturaleza química y grado de solubilidad de cada compuesto, los más tóxicos son los compuestos orgánicos.

Desde hace mucho tiempo se sabe que el plomo es venenoso, tiene efectos tóxicos para las plantas, el plancton y demás organismos acuáticos. Los compuestos de plomo en los peces les originan la formación de una película coagulante y les provoca alteraciones hematológicas. En el hombre provoca saturnismo, enfermedad que engloba trastornos nerviosos, digestivos y renales. La Organización Mundial de la Salud recomienda que para los niños el nivel de plomo en sangre no debe rebasar los 30 mg/100 mL de sangre y tomar medidas drásticas cuando el nivel de plomo en la sangre de los adultos alcanza los 40 mg/100 mL de sangre.

3.4.13 Determinación de dureza total. ⁽¹⁶⁾

La Dureza es una característica química del agua que esta determinada por el contenido de carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos y ocasionalmente nitratos de calcio y magnesio.

La dureza es indeseable en algunos procesos, tales como el lavado domestico e industrial, provocando que se consuma mas jabón, al producirse sales

insolubles. En calderas y sistemas enfriados por agua, se producen incrustaciones en las tuberías y una pérdida en la eficiencia de la transferencia de calor. Además le da un sabor indeseable al agua potable. Grandes cantidades de dureza son indeseables por razones antes expuestas y debe ser removida antes de que el agua tenga uso apropiado para la industria de bebidas, lavanderías acabados metálicos, teñidos y textiles. La mayoría de los suministros de agua potable tienen un promedio de 250 mg/ L de dureza. Niveles superiores a 500 mg/L son indeseables para uso domestico. La dureza es caracterizada comúnmente por el contenido de calcio y magnesio y expresada como carbonato de calcio equivalente. Existen dos tipos de Dureza:

Dureza Temporal: Esta determinada por el contenido de carbonatos y bicarbonatos de calcio y magnesio. Puede ser eliminada por ebullición del agua y posterior eliminación de precipitados formados por filtración, también se le conoce como dureza de carbonatos.

Dureza Permanente: Esta determinada por todas las sales de calcio y magnesio excepto carbonatos y bicarbonatos. No puede ser eliminada por ebullición del agua y también se le conoce como “Dureza de No Carbonatos”.

Cuadro No. 1 Interpretación de la Dureza: ⁽¹⁶⁾

Dureza como CaCO ₃ (ppm)	Interpretación.
0 – 75	Agua suave
75 – 150	Agua poco dura
150 – 300	Agua dura
> 300	Agua muy dura

En agua potable: el límite máximo permisible es de 300 mg/L de dureza

En agua para calderas: el límite es de 0 mg/L de dureza.

Almacenaje de la muestra.

La muestra puede ser recolectada y almacenada en un recipiente de plástico, bien tapado.

Fundamento.

El calcio se valora con EDTA en medio fuerte alcalino, en estas condiciones el magnesio presente precipita como $Mg(OH)_2$ y no interfiere en la valoración del calcio.

El indicador que se utiliza en esta valoración es murexida o purpurato de amonio (sal amónica de la purpurina) que forma con el calcio en medio alcalino un color rosado y al final de la valoración cambia a color morado.

Interferencias.

En el cuadro siguiente se encuentra la lista de la mayor parte de las sustancias que interfieren. Si existe más de una sustancia interferente, los límites dados en el cuadro pueden variar. La turbidez se elimina por filtración.

Cuadro No. 2: Sustancias y concentraciones máximas. (16)

Interferencias	Concentraciones máximas sin interferir.
Aluminio	20 ppm
Cadmio	* si están presentes son titulados como dureza.
Cobalto	100 ppm
Cobre	50 ppm
Hierro (+3)	50 ppm
Hierro (+2)	50 ppm
Manganeso	1 ppm
Níquel	100 ppm
Zinc	* si están presentes son titulados como dureza.

Aparatos.

El método empleado para la cuantificación de la Dureza Total es un método volumétrico por lo que no se requieren aparatos especiales.

Alteraciones del agua. (17)

Cuadro No. 3. Alteraciones Físicas. (17)

Alteraciones Físicas	Características y contaminación que indica.
Color	<p>El agua no contaminada suele tener ligeros colores rojizos, pardos, amarillentos o verdosos debido, principalmente a los compuestos húmicos, pericos o los pigmentos verdes de las algas que contienen.</p> <p>Las aguas contaminadas pueden tener muy diversos colores pero, en general no se pueden establecer relaciones claras entre el color y el tipo de contaminación.</p>
Olor y Sabor	<p>Compuestos químicos presentes en el agua como los fenoles, diversos hidrocarburos, cloro, materias orgánicas en descomposición o esencias liberadas por diferentes algas u hongos pueden dar olores y sabores muy fuertes al agua, aunque estén en muy pequeñas concentraciones. Las sales o los minerales dan sabores salados o metálicos, en ocasiones sin ningún olor.</p>
Temperatura	<p>El aumento de temperatura disminuye la solubilidad de gases (oxígeno) y aumenta, en general, la de las sales. Aumenta la velocidad de las reacciones del metabolismo, acelerando la putrefacción. La temperatura óptima del agua para beber esta entre 10 y 14°C.</p> <p>Las centrales nucleares, térmicas y otras industrias contribuyen a la contaminación térmica de las aguas, a veces de forma importante.</p>

Cuadro No. 4. Alteraciones Químicas. (17)

Alteraciones químicas	Características y contaminación que indica.
pH	<p>Las aguas naturales pueden tener pH ácidos por el CO₂ disuelto desde la atmósfera o proveniente de los seres vivos; por ácido sulfúrico procedente de algunos minerales, por ácidos húmicos disueltos del mantillo del suelo. La principal sustancia básica en el agua natural es el carbonato cálcico que puede reaccionar con el CO₂ formando un sistema tampón carbonato/bicarbonato.</p> <p>Las aguas contaminadas con vertidos mineros o industriales pueden tener pH muy ácido. El pH tiene una gran influencia en los procesos químicos que tienen lugar en el agua, actuación a los floculantes, tratamientos de depuración, etc.</p>
Aniones: Cloruros Nitratos Nitritos Sulfuros Fluoruros	<p>Indican salinidad.</p> <p>Indican contaminación agrícola.</p> <p>Indican actividad bacteriológica.</p> <p>Indican detergentes y fertilizantes.</p> <p>Indican contaminación de origen industrial.</p> <p>En algunos casos se añaden al agua para la prevención de las caries, aunque es una práctica muy discutida.</p>
Cationes: Sodio Calcio y magnesio	<p>Indica salinidad</p> <p>Están relacionados con la dureza del agua.</p>

3.5 Enfermedades químicas transmitidas por el agua.

Son enfermedades asociadas a la ingestión de aguas que contienen sustancias tóxicas en concentraciones perjudiciales. Estas sustancias pueden ser de origen natural o artificial, generalmente de localización específica. Algunos ejemplos son:

- **Metahemoglobinemia infantil:** Consiste en la presencia de metahemoglobina, que es el producto de la oxidación incompleta de la hemoglobina, en la sangre. Esta ocasionada por el consumo de agua con un elevado porcentaje de nitratos.
- **Gastroenteritis:** Las causas de esta enfermedad son infecciones por ingerir alimentos contaminados por bacterias, virus, hongos o sustancias tóxicas, como plomo, arsénico o hierro. La gastroenteritis consiste en la inflamación de la mucosa intestinal (enteritis) o de esta y la del estómago (gastroenteritis). Los síntomas de esta enfermedad son decaimiento, inapetencia, náusea, vómito, diarrea, dolores abdominales, fiebre y malestar general.⁽¹⁷⁾
- **Manganismo:** La ingestión de manganeso produce una intoxicación aguda llamada neumonía de manganeso y una intoxicación crónica conocida como manganismo.
- **Hipercalcemia:** en las personas producen estados hipercalcémicos al ser ingeridas aguas con demasiado calcio.

- Hipermagnesemia: es importante su determinación por la relación que tiene con la dureza por las incrustaciones que causan en los sistemas de distribución además es necesario observar si no excede la norma, ya que un exceso de el causa daño a la salud publica, produciendo la enfermedad llamada hipermagnesemia.
- Aguas con alto contenido de sólidos pueden ser laxantes y pueden ocasionar otras molestias en personas no acostumbradas a su ingestión.⁽⁵⁾

3.6 Espectroscopia. ⁽¹⁸⁾

Se utilizan para el estudio y caracterización de moléculas o iones en su entorno cristalino, la espectroscopia de emisión y absorción atómica se usa exclusivamente para el análisis de átomos. Por consiguiente, la técnica resulta casi insuperable como método de análisis elemental de metales. En principio, la espectroscopia de emisión puede utilizarse para la identificación y para la determinación cuantitativa de todos los elementos de la tabla periódica.

La temperatura de la llama es lo bastante baja para que la llama de por sí no excite los átomos de la muestra en su estado fundamental. El nebulizador y la llama se usan para desolvatar y atomizar la muestra, pero la excitación de los átomos del analito es hecha por el uso de lámparas que brillan a través de la llama a diversas longitudes de onda para cada tipo de analito.

3.6.1 Espectrofotométrica de Absorción Atómica

En absorción atómica, la cantidad de luz absorbida después de pasar a través de la llama determina la cantidad de analito en la muestra. Una mufla de grafito

para calentar la muestra a fin de desolvatarla y atomizarla se utiliza comúnmente hoy día para aumentar la sensibilidad. El método del horno de grafito puede también analizar algunas muestras sólidas o semisólidas. Debido a su buena sensibilidad y selectividad, sigue siendo un método de análisis comúnmente usado para ciertos elementos traza en muestras acuosas (y otros líquidos).

Es una técnica muy relacionada con la fotometría de llama ya que se utiliza una llama para atomizar la disolución de la muestra de modo que los elementos a analizar se encuentran en forma de vapor a átomos. Ahora bien, en absorción atómica existe una fuente independiente de luz monocromática, específica para cada elemento a analizar y que se hace pasar a través del vapor de átomos, midiéndose posteriormente la radiación absorbida. (ver Figura No. 1)

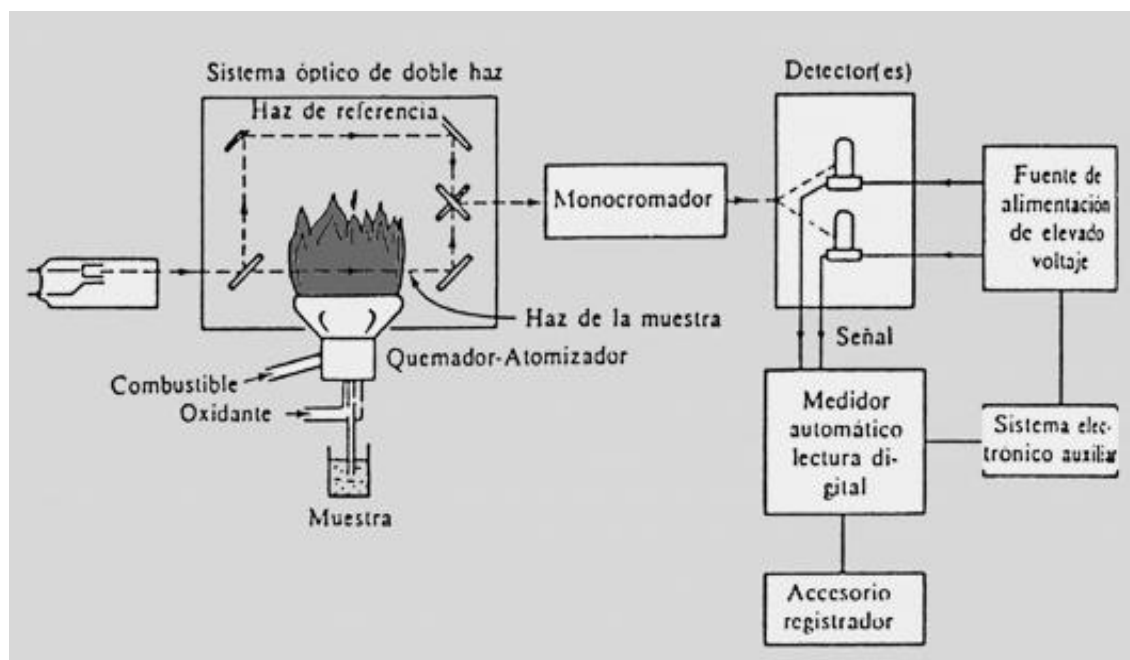


Fig. No. 1 Diagrama en bloques del espectrofotómetro de absorción atómica.

3.7 Análisis bacteriológico ⁽¹⁹⁾

Los agentes patógenos transmitidos por el agua constituyen un problema mundial que demanda un urgente control mediante la implementación de medidas de protección ambiental a fin de evitar el incremento de las enfermedades relacionadas con la calidad del agua.

El agua de calidad apta para consumo humano cuando entra al sistema de distribución, puede contaminarse a través de conexiones cruzadas, retrosfonaje, rotura de las tuberías del sistema de distribución, conexiones domiciliarias, cisternas y reservorios defectuosos, grifos contra incendios dañados y durante el tendido de nuevas tuberías o reparaciones realizadas sin las mínimas medidas de seguridad. Asimismo defectos en la construcción o en las estructuras de pozos, depósitos, ausencias o irregular mantenimiento de dichas instalaciones son causas que predisponen el ingreso y proliferación de microorganismos desde distintas fuentes. Además existen factores secundarios que permiten el crecimiento de microorganismos en el agua dentro de los sistemas de distribución y almacenamiento como: cantidad y tipo de nutrientes, oxígeno, temperatura, pH, concentraciones de desinfectante y material de las tuberías.

La determinación de microorganismos intestinales normales como indicadores de contaminación fecal, en lugar de patógenos, es un principio de aceptación universal en la vigilancia y evaluación de la seguridad microbiana en los sistemas de abastecimiento de agua. Estos microorganismos deben cumplir

diferentes requisitos como: ser inofensivos para humanos, permanecer más tiempo que los microorganismos patógenos y con ausencia demostrar un agua segura libre de microorganismos patógenos. Además, un buen indicador debe ser específico de contaminación fecal debe hallarse en forma constante en las heces y estar asociado a las aguas residuales. Asimismo, debe ser fácilmente aislable, identificable y enumerable en el menor tiempo posible y con el menor costo. Debe ser capaz de crecer en los medios de cultivo comunes, estar distribuido al azar en las muestras y ser resistente a la inhibición de su crecimiento por otras especies.

El objetivo de las normas y estándares es el controlar la cantidad de un determinado microorganismo en el agua, siendo este microorganismo la causa de una enfermedad específica o un indicador de las condiciones dentro de las cuales se podría transmitir esa enfermedad.

3.7.1 Las bacterias heterótrofas. (7)

Son bacterias que usan compuestos del carbono orgánico como fuente de energía y el carbono para su crecimiento, en contraposición con las bacterias autotróficas que utilizan los compuestos inorgánicos como fuente de energía y el CO₂, como fuente de carbono. Esta definición de bacterias heterótrofas es amplia e incluye tanto a las bacterias saprofitas como a las patógenas. Por lo tanto, las bacterias que causan y las que no causan enfermedades son heterótrofas.

El recuento heterotrófica en placas (RHP) es un procedimiento sencillo que se puede realizar por el método de placa fluida, difusa o filtración por membrana.

El RHP se puede indicar la eficacia y eficiencia de los procesos de tratamiento de agua, como la sedimentación, coagulación, filtración y cloración. El monitoreo del RHP en el agua distribuida puede proporcionar información sobre la limpieza del sistema de distribución, desarrollo de bacterias después del tratamiento.

3.7.2 El grupo coliforme. ⁽¹⁹⁾

Abarca los géneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Serratia*. Cuatro de estos géneros (*Klebsiella*, *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Serratia*) se encuentran en grandes cantidades en el ambiente (fuentes de agua, vegetación y suelos). No están asociados necesariamente con la contaminación fecal y no plantean ni representan necesariamente un riesgo evidente para la salud.

Las bacterias coliformes, no deben estar presentes en sistemas de abastecimiento, almacenamiento y distribución de agua, y si así ocurriese, ello es indicio de que el tratamiento fue inadecuado o que se produjo contaminación posterior. Se ha demostrado que las especies de *Enterobacter* y *Klebsiella* colonizan con frecuencia las superficies interiores de las cañerías de agua y tanques de almacenamiento (a menudo llamado “rebote”) y crecen formando una biopelícula cuando las condiciones son favorables, es decir, presencia de nutrientes, temperaturas cálidas, bajas concentraciones de desinfectantes y

tiempos largos de almacenamiento . En este sentido, la determinación de coliformes se usa como indicador de la eficacia del tratamiento.

3.7.3 Los coliformes fecales (termorresistentes).⁽¹⁹⁾

Se definen como el grupo de organismos coliformes que pueden fermentar la lactosa a 44 - 45 °C, comprenden el genero ***Escherichia coli*** y en menor grado, especies de *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*. Los coliformes termorresistentes distintos de ***Escherichia coli*** pueden provenir también de agua orgánicamente enriquecidas, por ejemplo de efluentes industriales o de materias vegetales y suelos en descomposición. Como los organismos coliformes termorresistentes se detectan con facilidad, pueden desempeñar una importante función secundaria como indicadores de la eficacia de los procesos de tratamiento del agua para eliminar las bacterias fecales. La clasificación de los estreptococos se ha establecido tomando en consideración la morfología de la colonia las reacciones hemolíticas, la especificidad serológica, las reacciones bioquímicas, la resistencia a factores físicos y químicos y finalmente a las características ecológicas. El grupo de los Enterococos es un subgrupo de los Estreptococos fecales. Recientemente los estreptococos fecales han sido considerados como organismos de supervivencia superior a los coliformes en aguas. Los estreptococos fecales han sido utilizados con los coliformes fecales para diferenciar la contaminación fecal del hombre; de otros animales de sangre caliente. La razón entre coliformes fecales y estreptococos fecales proveen información acerca de la fuente de contaminación. Los estreptococos fecales

rara vez se multiplican en agua contaminada y son mas persistentes que ***Escherichia coli*** y las bacterias coliformes. Además los estreptococos son muy resistentes al secado y pueden ser utilizados para realizar controles sistemáticos después de la colocación de nuevas tuberías maestras o la reparación de los sistemas de distribución, así como para detectar la contaminación de aguas subterráneas o superficiales.

3.7.4 *Escherichia coli*. (7)

Esta especie es móvil, forma ácido y gas de la lactosa a 44°C y a temperaturas inferiores, es indol positivo a 44 y 37°C, MR positivo, VP negativo, no crece en medios de citrato y KCN y es maleato y gluconato negativo, es H₂S y descarboxila la lisina generalmente.

Existen los llamados “colis fecales” que se presentan normalmente en el intestino del hombre y animal y es natural suponer que su presencia en los alimentos indica reciente contaminación con heces. Sin embargo, ***Escherichia coli*** se encuentra muy difundida en la naturaleza y aunque en la mayoría de las cepas tienen probablemente su origen de las heces, su presencia, particularmente en pequeño número, no significa necesariamente que los alimentos contengan materia fecal, pero si sugiere un bajo nivel de higiene.

3.7.5 Técnica de filtración por membrana para miembros del grupo de coliformes. (9)

La técnica de filtro de membrana (FM) es altamente reproducible, puede utilizarse para estudiar volúmenes relativamente grandes de muestra y

proporciona resultados numéricos más rápidos que el método de los tubos múltiples. La técnica de filtro por membrana es extraordinariamente útil para controlar las posibles situaciones de urgencia en relación con el agua potable y para estudiar distintas aguas naturales. Sin embargo, esta técnica tiene limitaciones, sobre todo para estudiar aguas con elevada turbidez o que contengan bacterias no coliformes.

El método se basa en la filtración de un volumen conocido a través de un filtro de membrana, hecha en base algún compuesto de celulosa y con un diámetro de poros uniformes de 0.45μ ; las bacterias son retenidas en la superficie de la membrana filtrante. Cuando la membrana que contienen las bacterias se incuban en un recipiente estéril, a una temperatura apropiada con un medio de cultivo selectivo diferencial, se desarrollan colonias características de coliformes totales, fecales y *Escherichia coli* cuyo recuento se puede efectuar en forma directa.

Las ventajas del método son:

- Los resultados se obtienen más rápidamente; el número de coliformes puede calcularse en menos de 24 horas, mientras que el método de tubos múltiples requiere 48 horas, siendo irrelevante si se obtienen resultados negativos o presuntamente positivos.
- Reduce el trabajo requerido y ahorra ciertos insumos y artículos de vidrio.
- Brinda resultados directos.

- Es fácil de usar en los laboratorios y hasta en el campo, mediante el empleo de equipos portátiles.

Cuadro No.5 Agente causante de enfermedades de origen bacteriano, viral y parasitario. (19)

Enfermedad	Agente
Origen bacteriano	
Fiebres tifoideas y paratifoideas	<i>Salmonella Typha, Salmonella Paratyphi A y B</i>
Disentería bacilar	<i>Shigella</i>
Cólera	<i>Vibrio cholerae</i>
Gastroenteritis agudas y diarreas	<i>Escherichia coli ET</i> <i>Campylobacter jejuni</i> <i>Campylobacter coli</i> <i>Yersinia enterocolitica</i> <i>Salmonella sp</i> <i>Shigella sp</i>
Origen viral	
Hepatitis A y E	<i>Virus de la hepatitis Ay E</i>
Poliomielitis	<i>Virus de la polio</i>
Gastroenteritis agudas y diarreas	<i>Virus Nortwalk</i> <i>Rotavirus.</i> <i>Astrovirus</i> <i>Calicivirus</i> <i>Enterovirus</i> <i>Adenovirus</i> <i>Reovirus</i>
Origen parasitario	
Disentería amebiana	<i>Entamoeba histolytica</i> <i>Giardia lambia</i> <i>Cristosporidium</i>

3.8 Ubicación Geográfica.⁽⁶⁾

Municipio del distrito de San Juan Opico, departamento de la Libertad. Esta limitado por los siguientes municipios: al N por San Pablo Tacachico; al E, por San Matías y Quezaltepeque; al S por Ciudad Arce y Colón y al W, por Coatepeque, departamento de Santa Ana. Se encuentra ubicado entre las coordenadas geográficas siguientes: 13°58'03'' LN. (extremo septentrional) y 13°44'13'' LN.(extremo meridional); 89°17'10'' LW.

3.8.1 Ubicación de la zona de muestreo de agua potable: Residencial

Versailles.⁽²¹⁾

El proyecto de la urbanización de la Ciudad Versailles está ubicado en el Kilómetro 35 ½ sobre la nueva autopista que conecta con Boulevard constitución, a 15 minutos de San Salvador por sitio del niño y Autódromo el Jabalí. Al sur de la ciudad de San Juan Opico, en una zona netamente agrícola está ubicada la industria Baterías de El Salvador S.A de C.V.

CAPITULO IV
DISEÑO METODOLOGICO

4.0 DISEÑO METODOLOGICO

4.1 Tipo de estudio.

Retrospectivo: porque se tomaron referencias de estudios anteriores (antecedentes).

Prospectivo: porque servirá de guía para estudios futuros.

Experimental: porque se realizaron pruebas de laboratorio en la Facultad Multidisciplinaria de Occidente, Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador (UES) y Laboratorios Especializados en Control de Calidad (LECC).

4.2 Investigación bibliográfica.

Esta se realizo en las siguientes bibliotecas:

- Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador (UES).
- Facultad Multidisciplinaria de Occidente, Universidad de El Salvador (UES).
- Vía Internet.

4.3 Investigación de campo.

- **Universo:** Agua de consumo humano de la zona de San Juan Opico
- **Muestra:** Agua de consumo humano en una residencial privada ubicada en el Km. 35 ½ de la carretera que conduce de Quezaltepeque al municipio de San Juan Opico, Departamento de La Libertad.

4.4 Tipo de muestreo.

Dirigido y puntual a la zona residencial privada ubicada en San Juan Opico. [en base a la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 (ver Anexo No 1)].

4.5 Recolección.

Se recolectaron ocho muestras (cuatro fisicoquímico y cuatro microbiológicos) en base a los cuatro puntos cardinales; durante la tercera y cuarta semana del mes de Agosto; segunda y tercera semana del mes de Septiembre del año 2008. Donde se obtuvieron un total de 32 muestras de las casas seleccionadas de la residencial privada, las cuales se realizaron por duplicado. Las muestras se depositaron en frascos de polietileno con capacidad para un litro con cierre hermético para análisis fisicoquímicos y para microbiológicos se utilizaron frascos de polietileno estériles.

4.6 Investigación de Laboratorio.

4.6.1 Determinación de parámetros fisicoquímicos.

Tratamiento previo de los recipientes para recolectar la muestra de la siguiente manera ⁽²²⁾:

1. Llenar el frasco con Acido Sulfúrico al 5% hasta su capacidad y dejar en reposo por 24 horas.
2. Retirar el Acido Sulfúrico y enjuagar con suficiente agua destilada.

Procedimiento para la toma de muestra:

1. Limpiar la boca del grifo con algodón humedecido con alcohol.
2. Esterilizar la boca del grifo con la llama encendida de un encendedor durante un minuto.
3. Abrir la llave del grifo y dejar fluir el agua durante 5 – 10 minutos.
4. Llenar el frasco hasta su capacidad ambientando y descartando.

5. Proceder a llenar el frasco con la muestra de agua a analizar y preservar
6. Tapar el frasco, agitar y rotular.
7. Colocar las muestras en una hielera y preservar a temperatura entre (4 – 10) °C para su posterior traslado.

4.6.1.1 Análisis por Espectrofotometría de Absorción Atómica: (1)

Procedimiento:

1. Encender el equipo unos 20 minutos antes de analizar las muestras.
2. Instalar la lámpara de cátodo hueco para el metal a analizar y establecer el dial de longitud de onda.
3. Alinear la lámpara para que pase el haz de luz y así se optimice la energía.
4. Optimizar la longitud de onda hasta obtener la ganancia máxima de energía.
5. Ajustar la posición de la cabeza del quemador.
6. Conectar y ajustar la velocidad del flujo del aire para obtener la máxima sensibilidad.
7. Conectar y ajustar el flujo del Acetileno y encender la llama (para estabilizar la llama unos cuantos minutos
8. Aspirar un blanco integrado por agua desionizada y llevar a cero el Instrumento.
9. Aspirar el estándar respectivo y ajustar la velocidad de aspiración del nebulizador para obtener la sensibilidad máxima (ver Anexo No.4).
10. Aspirar nuevamente un blanco y poner a cero el instrumento.

11. Aspirar el estándar próximo al medio del intervalo lineal y registrar la absorbancia.
12. Aspirar la muestra a analizar, realizar por duplicado.

4.6.1.2 Color. (4)

Determinación de Color Verdadero.

Método: Espectrofotométrico

Fundamento.

El color es la capacidad de absorber ciertas radiaciones del espectro visible.

Procedimiento

Medición de Color Verdadero

1. Ensamblar el aparato de filtrado (membrana de filtrado, porta filtro, frasco de filtrado y aspirador)
2. Lavar el filtro minuciosamente con 50 ml de agua desionizada y descartar el agua de enjuague.
3. Vertir 50 ml de agua desionizada con cuidado y guardar el filtrado para el paso numero cuatro.
4. Llenar la celda con 25 ml de blanco (filtrado de agua desionizada) y descartar el exceso.
5. Programar el color verdadero presionando (125) y marcar ENTER y la pantalla mostrara DIAL 465 nm.

6. Rotar el dial de longitud de onda hasta 465 nm, cuando se coloque correctamente la longitud de onda, la pantalla mostrara ZERO SAMPLE y posteriormente UNITS Pt-Co.
7. Colocar el blanco en el porta celda y cerrar la tapa para evitar el paso de luz.
8. Presionar ZERO, aparecerá en pantalla 0 UNITS Pt- Co.
9. Colocar la muestra preparada en el porta celda y cerrar la tapa para evitar el paso de la luz.
10. Presionar READ y aparecerá en la pantalla Reading (leyendo) y el equipo muestra el resultado en unidades de platino-Cobalto.
11. Tomar las lecturas respectivas para cada muestra y duplicado.

4.6.1.3 Temperatura. (4)

Método Directo.

Fundamento:

Medida del grado de calor o frío que presenta un determinado cuerpo.

Procedimiento:

1. Introducir el termómetro en la muestra de agua a analizar.
2. Dejar que el termómetro mida la temperatura por aproximadamente un par de minutos.
3. Anotar las temperaturas y realizar por duplicado

4.6.1.4 Determinación de pH. (1)

Método: Potenciométrico.

Fundamento.

El pH es una medida de la concentración de iones hidrógenos, se define como el logaritmo del inverso de la concentración de iones H^+ .

Procedimiento:

1. Remover el electrodo de la solución de almacenamiento, lavar y secar con un paño suave.
2. Calibrar el equipo con solución buffer pH 4, 7 y 10 a una temperatura de 25°C teniendo el cuidado de lavar y secar el electrodo.
3. Colocar el electrodo en cada una de las muestras y sus duplicados para realizar su posterior lectura.
4. Registrar los valores de pH.

4.6.1.5 Sólidos Totales. (4)

Método Gravimétrico.

Fundamento:

Una muestra bien mezclada es evaporada en un recipiente pesado y es secado hasta llegar a un peso constante en un horno a una temperatura entre 103-105°C. El incremento del peso sobre el recipiente vacío representa los sólidos totales.

Procedimiento:

1. Colocar las cápsulas de porcelana limpia debidamente identificadas en una estufa a una temperatura entre 103-105°C por una hora.
2. Guardar y enfriar las capsulas de porcelana en desecador.
3. Pesar inmediatamente antes de utilizarlas y anotar sus pesos.
4. Repetir el ciclo de enfriado, secado y pesado hasta obtener un peso constante.
5. Agregar a las cápsulas de porcelana un volumen de muestra conocido
6. Evaporar hasta sequedad en un baño de vapor.
7. Colocar las cápsulas durante 1 hora en un horno a 103-105°C.
8. Enfriar las cápsulas de porcelana en el desecador para balancear la temperatura.
9. Pesar las capsulas y realizar por duplicado.

4.6.1.6 Turbidez. (4)**Método Nefelométrico****Fundamento:**

Este método 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.

Procedimiento:

1. Agitar la muestra 5 veces para homogenizar.
2. Agregar la muestra en la celda hasta la marca de medida de 15 mL y agitar.

3. Colocar la celda en el turbidímetro HACH modelo 2100p, para luego leer la turbidez de la muestra.
4. Anotar la lectura en unidades nefelométricas (UNT).
5. Realizar las muestras por duplicado.

4.6.1.7 Determinación de Dureza. (1)

Método Volumétrico.

Fundamento:

El calcio se valora con EDTA en medio fuerte alcalino, en estas condiciones el magnesio presente precipita como $Mg(OH)_2$ y no interfiere en la valoración del calcio.

El indicador que se utiliza en esta valoración es murexida o purpurato de amonio (sal amónica de la purpurina) que forma con el calcio en medio alcalino un color rosado y al final de la valoración cambia a color morado.

Estandarización:

La estandarización del EDTA (sal disódica) se hace de la siguiente manera:

1. Medir con pipeta volumétrica 10.0 mL de solución estándar de Carbonato de calcio y colocar en un erlenmeyer de 125 mL.
2. Agregar lentamente gotas de solución de Hidróxido de Sodio 4N para llevar la solución a pH 12 (se comprobó con papel indicador).
3. Agregar una cantidad adecuada del indicador de murexida y agitar la solución.
4. Llenar la bureta con solución estándar de EDTA 0.01 M.

5. Titular el patrón primario con la solución EDTA que está en la bureta.
6. Anotar los mililitros gastados en la valoración.
7. Realizar 3 valoraciones.

Procedimiento: ⁽²⁾

1. Colocar 25 mL de muestra en un Erlenmeyer de 250 mL
2. Añadir 1mL de Hidróxido de Sodio 4N llevándolo a un pH 12 (comprobar con papel indicador)
3. Agregar una cantidad adecuada del indicador Murexida y agitar la solución.
4. Llenar la bureta con solución estándar de EDTA 0.0104 M.
5. Titular la muestra con la solución EDTA 0.0104 M que tenía la bureta, agitar continuamente hasta obtener un color morado.
6. Realizar por duplicado cada una de las muestras.

4.6.2 Determinación de parámetros microbiológicos ⁽⁹⁾

Tratamiento previo de los recipientes para recolectar muestra:

1. Lavar los frascos de polietileno autoclavable con detergente y abundante agua.
2. Enjuagar con agua destilada y posteriormente secar.
3. Agregar 0.1 mL de tiosulfato de sodio 2% por cada 100 mL de muestra. ⁽⁸⁾
4. Proteger el frasco de la contaminación cubriéndolo adecuadamente con papel Kraft y asegurar con un cordel.
5. Esterilizar en autoclave a una temperatura de 121°C a 15 libras de presión por 15 minutos.

Procedimiento para la toma de muestra:

1. Limpiar la boca del grifo con un algodón humedecido con alcohol.
2. Esterilizar la boca del grifo durante un minuto con la llama encendida de un mechero.
3. Abrir la llave del grifo dejando fluir el agua durante 5 – 10 minutos.
4. Quitar el tapón del frasco esterilizado y evitar cualquier contacto con el interior del recipiente.
5. Colocar el frasco debajo del grifo y llenar.
6. Tapar el frasco y rotular.
7. Colocar la muestra en una hielera y preservar a temperatura entre (4 – 10) °C para posterior traslado.

4.6.2.1 Técnica de filtración por membrana ⁽⁹⁾

FUNDAMENTO:

El método se basa en la filtración de un volumen conocido a través de un filtro de membrana en el cual las bacterias son retenidas en la superficie de la membrana filtrante y que posteriormente esta membrana que contiene las bacterias se incuba en un recipiente estéril, a una temperatura apropiada con un medio de cultivo selectivo y diferencial.

4.6.2.2 Determinación de recuento total de bacterias heterótrofas. ⁽⁹⁾

PROCEDIMIENTO:

1. Conectar el equipo de filtración estéril a la bomba de vacío.

2. Desmontar la parte superior del equipo de filtración y por medio de pinzas estériles colocar la membrana de filtración estéril sobre la placa porosa de la unidad de filtración con el lado reticulado hacia arriba y ensamblar nuevamente la parte superior del equipo de filtración.
3. Agregar un volumen de muestra de 100 mL de agua a analizar a través de la membrana bajo un vacío parcial.
4. Desmontar la parte superior del equipo de filtración y retirar la membrana con pinzas estériles de la unidad de filtración y colocar con todo cuidado para evitar que queden burbujas de aire sobre una placa de petri, utilizando medio Plate Count Agar (Ver anexo No.3) .
5. Incubar las placas petri a 37°C durante 24 horas en posición invertida.

LECTURA:

El recuento de colonias de las bacterias heterótrofas se hizo con ayuda de un contador de colonias digital.

4.6.2.3 Determinación de coliformes totales. (9)

PROCEDIMIENTO:

1. Conectar el equipo de filtración estéril a la bomba de vacío.
2. Desmontar la parte superior del equipo de filtración y por medio de pinzas estériles colocar la membrana de filtración estéril sobre la placa porosa de la unidad de filtración con el lado reticulado hacia arriba y ensamblar nuevamente la parte superior del equipo de filtración.

3. Agregar un volumen de muestra de 100 mL de agua a analizar a través de la membrana bajo un vacío parcial.
4. Desmontar la parte superior del equipo de filtración y retirar la membrana con pinzas estériles de la unidad de filtración y colocar con todo cuidado para evitar que queden burbujas de aire sobre la placa con el medio Endo (Ver anexo No.3).
5. Incubar las placas petri a 37°C durante 24 horas en posición invertida.

LECTURA:

Las bacterias coliformes totales forman colonias de color rojo. Las colonias de otro tipo no deben ser contadas. El recuento de las colonias se realizo con la ayuda de un contador de colonias digital.

4.6.2.4 Determinación de coliformes fecales y *Escherichia coli*. (9)

PROCEDIMIENTO:

1. Conectar el equipo de filtración estéril a la bomba de vacío.
2. Desmontar la parte superior del equipo de filtración y por medio de pinzas estériles colocar la membrana de filtración estéril sobre la placa porosa de la unidad de filtración con el lado reticulado hacia arriba y ensamblar nuevamente la parte superior del equipo de filtración.
3. Agregar un volumen de muestra de 100 mL de agua a analizar a través de la membrana bajo un vacío parcial.
4. Desmontar la parte superior del equipo de filtración y retirar la membrana con pinzas estériles de la unidad de filtración y colocar con todo cuidado

sobre una esponja impregnada con caldo EC evitando que queden burbujas de aire en las placas petri (Ver anexo No.3).

5. Incubar las placas petri a 44.5°C durante 24 horas en posición invertida.
6. Las placas que dieron resultado positivo en el paso anterior se sembraron en Medio EMB y se incubaron a 35°C por 24 horas.

LECTURA:

Las colonias obtenidas en estas condiciones se consideran fecales y las bacterias de ***Escherichia coli*** son de color verde metálico.

CAPITULO V
RESULTADOS E INTERPRETACION

5.0 RESULTADOS E INTERPRETACION

A continuación se presentan los cuadros con los resultados de la determinación de parámetros fisicoquímico y microbiológico en el agua de consumo humano en la zona residencial ubicada en San Juan Opico, La Libertad, para determinar si es apta o no para el consumo humano. Para comprobar estos criterios se tomo como base la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua Potable.

Los parámetros fisicoquímicos que se determinaron fueron: color, temperatura, pH sólidos totales, turbidez, dureza, hierro, manganeso, sodio, zinc, plomo y parámetros microbiológicos como: coliformes totales, coliformes fecales, ***Escherichia coli*** y recuento de bacterias heterótrofas.

La recolección de las diferentes muestras se realizaron en base a los cuatro puntos cardinales donde se tomaron ocho muestras (cuatro fisicoquímicos y cuatro microbiológicos) y se obtuvieron un total de 32 muestras las cuales se realizaron por duplicado.

Las muestras y sus respectivos duplicados del agua de consumo humano fueron recolectadas en la tercera y cuarta semana del mes de agosto; segunda y tercera semana del mes de septiembre del año 2008.

Cuadro No. 6 Parámetros Fisicoquímicos de la casa situada al Norte de la Residencial Versailles.

Semana	Agosto /2008				Septiembre/2008				Limite máximo permisible NSO 13.07.01.04 Agua. Agua Potable (21)
	Semana 3		Semana 4		Semana 2		Semana 3		
Parámetros	Mx1	Mx1D	Mx2	Mx2D	Mx3	Mx3D	Mx4	Mx4D	
Color verdadero Pt-Co	3	3	6	6	2	2	1	1	15 Pt-Co
Temperatura °C	29	29	29	29	28	28	29	29	No rechazable
pH	7.79	7.80	7.87	7.85	7.59	7.53	7.60	7.57	8.5
Sólidos totales (mg/L)	740	743	915	912	715	718	700	703	1000
Turbidez (UNT)	2	2	6	6	2	2	2	2	5 UNT
Dureza (mg CaCO ₃)	165.3	165.3	153.8	153.8	175.7	186.2	164.2	153.7	500
Zn (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5.0
Fe (mg/L)	0.155	0.151	0.165	0.169	0.150	0.152	0.140	0.143	0.30
Mn (mg/L)	0.190	0.196	0.200	0.201	0.180	0.183	0.170	0.169	0.1
Na (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	200
Pb (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01

Mx: Muestra

MxD: Muestra duplicado

ND: No Detectable

Color Verdadero: Los resultados obtenidos en las diferentes semanas de agosto y septiembre cumplen con el límite máximo permisible de 15 Pt-Co establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable. En el cuadro No.6 se presentan los resultados obtenidos en la tercera semana del mes de agosto de 3 Pt-Co para muestra original y su duplicado; en la cuarta semana para muestra original y su duplicado de 6 Pt-Co; en la segunda semana del mes de septiembre de 2 Pt-Co para muestra original y su duplicado; en la tercera semana para muestra original y su duplicado de 1 Pt-Co. Este parámetro se debe principalmente a materiales coloidales o en suspensión⁽¹²⁾.

Temperatura: Los resultados obtenidos en las diferentes semanas de agosto y septiembre son aceptables por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable; ya que no da un valor numérico. En el cuadro No.6 se presentan los resultados obtenidos en la tercera y cuarta semana del mes de agosto de 29°C para las muestras originales y sus duplicados; en la segunda semana del mes de septiembre de 28°C para muestra original y su duplicado; en la tercera semana para muestra original y su duplicado de 29°C . Este parámetro es una propiedad física que mide la energía térmica o calor ⁽⁴⁾.

pH: Los resultados obtenidos en las diferentes semanas de agosto y septiembre cumplen con el límite máximo permisible de 8.5 establecido por la

Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable. En el cuadro No.6 se presentan los resultados obtenidos en la tercera semana del mes de agosto de 7.79 para muestra original y su duplicado de 7.80; en la cuarta semana de 7.87 para muestra original y su duplicado de 7.85; en la segunda semana del mes de septiembre de 7.59 para muestra original y su duplicado de 7.53; en la tercera semana de 7.60 para muestra original y su duplicado de 7.57. Este parámetro es una medición potenciométrica donde se puede conocer el tipo de agua que se analiza la cual puede ser neutra, ácida o básica dependiendo de las sustancias que estén presentes y esta puede reflejar la calidad del agua (12).

Sólidos totales: Los resultados obtenidos en las diferentes semanas de agosto y septiembre cumplen con el límite máximo permisible de 1000 mg/L establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable. En el cuadro No.6 se presentan los resultados obtenidos en la tercera semana del mes de agosto de 740 mg/L para muestra original y su duplicado de 743 mg/L ; en la cuarta semana de 915 mg/L para muestra original y su duplicado de 912 mg/L; en la segunda semana del mes de septiembre de 715 mg/L para muestra original y su duplicado de 718 mg/L; en la tercera semana de 700 mg/L para muestra original y su duplicado de 703 mg/L. Este parámetro representa residuos orgánicos, inorgánicos o coloidales que se obtienen después de una evaporación(4).

Turbidez: Los resultados obtenidos en la tercera semana de agosto y la segunda y tercera semana de septiembre cumplen con el límite máximo permisible de 5 UNT establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable; pero en la cuarta semana de agosto los valores obtenidos están fuera del límite establecido por Norma. En el cuadro No. 6 se presentan los resultados obtenidos en la tercera semana del mes de agosto de 2 UNT para muestra original y su duplicado; en la cuarta semana de 6 UNT para muestra original y su duplicado; en la segunda y tercera semana del mes de septiembre de 2 UNT para las muestras originales y sus duplicados. Este parámetro es la dificultad que presenta el agua en dejar pasar la luz debido a materiales insolubles, coloidales o muy finos ⁽⁴⁾.

Dureza: Los resultados obtenidos en las diferentes semanas de agosto y septiembre cumplen con el límite máximo permisible de 500 mg CaCO₃ establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable. En el cuadro No.6 se presentan los resultados obtenidos en la tercera semana del mes de agosto de 165.3 mg CaCO₃ para muestra original y su duplicado; en la cuarta semana para muestra original y su duplicado de 153.8 mg CaCO₃; en la segunda semana del mes de septiembre de 175.7 mg CaCO₃ para muestra original y su duplicado de 186.2 mg CaCO₃; en la tercera semana de 164.2 mg CaCO₃ para muestra original y su duplicado de 153.7 mg CaCO₃.

Este es un parámetro importante para el análisis del agua, ya que se producen incrustaciones en las tuberías y le da un sabor indeseable al agua ⁽¹⁶⁾.

Zinc: este elemento natural estudiado en el agua se determinó por el método espectrofotométrico de Absorción Atómica a una longitud de onda de 213.9 nm. El cual no fue detectado por el equipo.

Hierro: Los resultados obtenidos en las diferentes semanas de agosto y septiembre cumplen con el límite máximo permisible de 0.30 mg/L establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable. Se determinó por el método Espectrofotométrico de Absorción Atómica a una longitud de onda de 248.3 nm. En el cuadro No.6 se presentan los resultados obtenidos en la tercera semana del mes de agosto de 0.155 mg/L para muestra original y su duplicado de 0.151 mg/L ; en la cuarta semana de 0.165 mg/L para muestra original y su duplicado de 0.169 mg/L; en la segunda semana del mes de septiembre de 0.150 mg/L para muestra original y su duplicado de 0.152 mg/L; en la tercera semana de 0.140 mg/L para muestra original y su duplicado de 0.143 mg/L.

Manganeso: Los resultados obtenidos en las diferentes semanas de agosto y septiembre están fuera del límite máximo permisible de 0.1 mg/L establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable. Se

determinó por el método Espectrofotométrico de Absorción Atómica a una longitud de onda de 279.5 nm. En el cuadro No.6 se presentan los resultados obtenidos en la tercera semana del mes de agosto de 0.190 mg/L para muestra original y su duplicado de 0.196 mg/L ; en la cuarta semana de 0.200 mg/L para muestra original y su duplicado de 0.201 mg/L; en la segunda semana del mes de septiembre de 0.180 mg/L para muestra original y su duplicado de 0.183 mg/L; en la tercera semana de 0.170 mg/L para muestra original y su duplicado de 0.169 mg/L.

Sodio: Este parámetro se realizó por Espectrofotometría de Absorción Atómica por el método de Emisión de Llama a una longitud de onda de 589 nm. El cual no fue detectado por el equipo.

Plomo: Este parámetro se realizó por Espectrofotometría de Absorción Atómica por el método de Horno de Grafito a una longitud de onda de 217 nm. El cual no fue detectado por el equipo.

Cuadro No. 7 Parámetros Fisicoquímicos de la casa situada al Sur de la Residencial Versailles

Semana	Agosto /2008				Septiembre/2008				Limite máximo permisible NSO 13.07.01.04 Agua. Agua Potable (21)
	Semana 3		Semana 4		Semana 2		Semana 3		
Parámetros	Mx1	Mx1D	Mx2	Mx2D	Mx3	Mx3D	Mx4	Mx4D	
Color verdadero Pt-Co	4	4	6	6	5	5	3	3	15 Pt-Co
Temperatura °C	27	27	27	27	27	27	29	29	No rechazable
pH	7.70	7.68	7.93	7.90	7.54	7.50	7.63	7.60	8.5
Sólidos totales(mg/L)	665	670	900	905	885	887	840	842	1000
Turbidez (UNT)	3	3	7	7	5	5	4	4	5 UNT
Dureza (mg CaCO ₃)	166.3	187.2	144.4	133.9	175.7	154.8	165.3	175.7	500
Zn (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5.0
Fe (mg/L)	0.274	0.258	0.289	0.291	0.270	0.273	0.256	0.252	0.30
Mn (mg/L)	0.200	0.207	0.239	0.237	0.210	0.205	0.199	0.203	0.1
Na (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	200
Pb (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01

Mx: Muestra

MxD: Muestra duplicado

ND: No Detectable

Color Verdadero: Los resultados obtenidos en las diferentes semanas de agosto y septiembre cumplen con el límite máximo permisible de 15 Pt-Co establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable. En el cuadro No.7 se presentan los resultados obtenidos en la tercera semana del mes de agosto de 4 Pt-Co para muestra original y su duplicado; en la cuarta semana para muestra original y su duplicado de 6 Pt-Co; en la segunda semana del mes de septiembre de 5 Pt-Co para muestra original y su duplicado; en la tercera semana para muestra original y su duplicado de 3 Pt-Co. Este parámetro se debe principalmente a materiales coloidales o en suspensión.⁽¹²⁾

Temperatura: Los resultados obtenidos en las diferentes semanas de agosto y septiembre son aceptables por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable. Ya que no da un valor numérico. En el cuadro No.7 se presentan los resultados obtenidos en la tercera y cuarta semana del mes de agosto y segunda semana del mes de septiembre de 27°C para las muestras originales y sus duplicados; en la tercera semana de septiembre de 29°C para muestra original y su duplicado. Este parámetro es una propiedad física que mide la energía térmica o calor.⁽⁴⁾

pH: Los resultados obtenidos en las diferentes semanas de agosto y septiembre cumplen con el límite máximo permisible de 8.5 establecido por la

Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable. En el cuadro No.7 se presentan los resultados obtenidos en la tercera semana del mes de agosto de 7.70 para muestra original y su duplicado de 7.68; en la cuarta semana de 7.93 para muestra original y su duplicado de 7.90; en la segunda semana del mes de septiembre de 7.54 para muestra original y su duplicado de 7.50; en la tercera semana de 7.63 para muestra original y su duplicado de 7.60. Este parámetro es una medición potenciométrica donde se puede conocer el tipo de agua que se analiza la cual puede ser neutra, ácida o básica dependiendo que sustancias estén presentes y esta puede reflejar la calidad del agua.⁽¹²⁾

Sólidos totales: Los resultados obtenidos en las diferentes semanas de agosto y septiembre cumplen con el límite máximo permisible de 1000 mg/L establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable. En el cuadro No.7 se presentan los resultados obtenidos en la tercera semana del mes de agosto de 665 mg/L para muestra original y su duplicado de 670 mg/L ; en la cuarta semana de 900 mg/L para muestra original y su duplicado de 905 mg/L; en la segunda semana del mes de septiembre de 885 mg/L para muestra original y su duplicado de 887 mg/L; en la tercera semana de 840 mg/L para muestra original y su duplicado de 842 mg/L. Este parámetro representa residuos orgánicos, inorgánicos o coloidales que se obtienen después de una evaporación.⁽⁴⁾

Turbidez: Los resultados obtenidos en la tercera semana de agosto y la segunda y tercera semana de septiembre cumplen con el límite máximo permisible de 5 UNT establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable; pero en la cuarta semana de agosto los valores obtenidos están fuera del límite establecido por Norma. En el cuadro No. 7 se presentan los resultados obtenidos en la tercera semana del mes de agosto de 3 UNT para muestra original y su duplicado; en la cuarta semana para muestra original y su duplicado de 7 UNT; en la segunda semana del mes de septiembre de 5 UNT para muestra original y su duplicado; en la tercera semana para muestra original y su duplicado de 4 UNT; Este parámetro es la dificultad que presenta el agua en dejar pasar la luz debido a materiales insolubles, coloidales o muy finos.⁽⁴⁾

Dureza: Los resultados obtenidos en las diferentes semanas de agosto y septiembre cumplen con el límite máximo permisible de 500 mg CaCO₃ establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable. En el cuadro No.7 se presentan los resultados obtenidos en la tercera semana del mes de agosto de 166.3 mg CaCO₃ para muestra original y su duplicado de 187.2 mg CaCO₃ ; en la cuarta semana de 144.4 mg CaCO₃ para muestra original y su duplicado de 133.9 mg CaCO₃ ; en la segunda semana del mes de septiembre de 175.7 mg CaCO₃ para muestra original y su duplicado de 154.8 mg CaCO₃; en la tercera semana de septiembre de 165.3

mg CaCO₃ para muestra original y su duplicado de 175.7 mg CaCO₃. Este es un parámetro importante para el análisis del agua, ya que se producen incrustaciones en las tuberías y le da un sabor indeseable al agua.⁽¹⁶⁾

Zinc: este elemento natural estudiado en el agua se determinó por el método espectrofotométrico de Absorción Atómica a una longitud de onda de 213.9 nm. El cual no fue detectado por el equipo.

Hierro: Los resultados obtenidos en las diferentes semanas de agosto y septiembre cumplen con el límite máximo permisible de 0.30 mg/L establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable. Se determinó por el método Espectrofotométrico de Absorción Atómica a una longitud de onda de 248.3 nm. En el cuadro No.7 se presentan los resultados obtenidos en la tercera semana del mes de agosto de 0.274 mg/L para muestra original y su duplicado de 0.258 mg/L ; en la cuarta semana de 0.289 mg/L para muestra original y su duplicado de 0.291 mg/L; en la segunda semana del mes de septiembre de 0.270 mg/L para muestra original y su duplicado de 0.273 mg/L; en la tercera semana de 0.256 mg/L para muestra original y su duplicado de 0.252 mg/L.

Manganeso: Los resultados obtenidos en las diferentes semanas de agosto y septiembre están fuera del límite máximo permisible de 0.1 mg/L establecido

por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable. Se determinó por el método Espectrofotométrico de Absorción Atómica a una longitud de onda de 279.5 nm. En el cuadro No.7 se presentan los resultados obtenidos en la tercera semana del mes de agosto de 0.200 mg/L para muestra original y su duplicado de 0.207 mg/L ; en la cuarta semana de 0.239 mg/L para muestra original y su duplicado de 0.237 mg/L; en la segunda semana del mes de septiembre de 0.210 mg/L para muestra original y su duplicado de 0.205 mg/L; en la tercera semana de 0.199 mg/L para muestra original y su duplicado de 0.203 mg/L.

Sodio: este parámetro se realizó por Espectrofotometría de Absorción Atómica por el método de Emisión de Llama a una longitud de onda de 589 nm. El cual no fue detectado por el equipo.

Plomo: este parámetro se realizó por Espectrofotometría de Absorción Atómica por el método de Horno de Grafito a una longitud de onda de 217 nm. El cual no fue detectado por el equipo.

Cuadro No. 8. Parámetros Fisicoquímicos de la casa situada al Este de la Residencial Versailles

Semana	Agosto /2008				Septiembre/2008				Limite máximo permisible NSO 13.07.01.04 Agua. Agua Potable (21)
	Semana 3		Semana 4		Semana 2		Semana 3		
Parámetros	Mx1	Mx1D	Mx2	Mx2D	Mx3	Mx3D	Mx4	Mx4D	
Color verdadero Pt-Co	4	4	7	7	4	4	2	2	15 Pt-Co
Temperatura °C	27	27	27	27	28	28	29	29	No rechazable
pH	7.80	7.76	8.02	8.00	7.49	7.55	7.87	7.85	8.5
Solidos totales(mg/L)	550	553	990	993	890	894	750	755	1000
Turbidez (UNT)	2	2	7	7	3	3	2	2	5 UNT
Dureza (mg CaCO ₃)	154.8	165.3	154.8	165.3	185.1	206.1	175.7	186.2	500
Zn (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5.0
Fe (mg/L)	0.160	0.161	0.270	0.278	0.170	0.174	0.145	0.149	0.30
Mn (mg/L)	0.188	0.193	0.230	0.234	0.180	0.184	0.165	0.169	0.1
Na (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	200
Pb (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01

Mx: Muestra

MxD: Muestra duplicado

ND: No Detectable

Color Verdadero: Los resultados obtenidos en las diferentes semanas de agosto y septiembre cumplen con el límite máximo permisible de 15 Pt-Co establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable. En el cuadro No.8 se presentan los resultados obtenidos en la tercera semana del mes de agosto de 4 Pt-Co para muestra original y su duplicado; en la cuarta semana para muestra original y su duplicado de 7 Pt-Co; en la segunda semana del mes de septiembre de 4 Pt-Co para muestra original y su duplicado; en la tercera semana para muestra original y su duplicado de 2 Pt-Co. Este parámetro se debe principalmente a materiales coloidales o en suspensión.⁽¹²⁾

Temperatura: Los resultados obtenidos en las diferentes semanas de agosto y septiembre son aceptables por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable. Ya que no da un valor numérico. En el cuadro No.8 se presentan los resultados obtenidos en la tercera y cuarta semana del mes de agosto de 27°C para las muestras originales y sus duplicados; en la segunda semana del mes de septiembre de 28°C para la muestra original y su duplicado; en la tercera semana para muestra original y su duplicado de 29°C. Este parámetro es una propiedad física que mide la energía térmica o calor.⁽⁴⁾

pH: Los resultados obtenidos en las diferentes semanas de agosto y septiembre cumplen con el límite máximo permisible de 8.5 establecido por la

Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable. En el cuadro No.8 se presentan los resultados obtenidos en la tercera semana del mes de agosto de 7.80 para muestra original y su duplicado de 7.76; en la cuarta semana de 8.02 para muestra original y su duplicado de 8.00; en la segunda semana del mes de septiembre de 7.49 para muestra original y su duplicado de 7.55; en la tercera semana de 7.87 para muestra original y su duplicado de 7.85. Este parámetro es una medición potenciométrica donde se puede conocer el tipo de agua que se analiza la cual puede ser neutra, ácida o básica dependiendo de las sustancias que están presentes y esta puede reflejar la calidad del agua⁽¹²⁾

Sólidos totales: Los resultados obtenidos en las diferentes semanas de agosto y septiembre cumplen con el límite máximo permisible de 1000 mg/L establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable. En el cuadro No.8 se presentan los resultados obtenidos en la tercera semana del mes de agosto de 550 mg/L para muestra original y su duplicado de 553 mg/L ; en la cuarta semana de 990 mg/L para muestra original y su duplicado de 993 mg/L; en la segunda semana del mes de septiembre de 890 mg/L para muestra original y su duplicado de 894 mg/L; en la tercera semana de 750 mg/L para muestra original y su duplicado de 755 mg/L. Este parámetro representa residuos orgánicos, inorgánicos o coloidales que se obtienen después de una evaporación. ⁽⁴⁾

Turbidez: Los resultados obtenidos en la tercera semana de agosto y la segunda y tercera semana de septiembre cumplen con el límite máximo permisible de 5 UNT establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable; pero en la cuarta semana de agosto los valores obtenidos están fuera del límite establecido por Norma. En el cuadro No. 8 se presentan los resultados obtenidos en la tercera semana del mes de agosto de 2 UNT para muestra original y su duplicado; en la cuarta semana para muestra original y su duplicado de 7 UNT; en la segunda semana del mes de septiembre de 3 UNT para muestra original y su duplicado; en la tercera semana para muestra original y su duplicado de 2 UNT. Este parámetro es la dificultad que presenta el agua en dejar pasar la luz debido a materiales insolubles, coloidales o muy finos.⁽⁴⁾

Dureza: Los resultados obtenidos en las diferentes semanas de agosto y septiembre cumplen con el límite máximo permisible de 500 mg CaCO₃ establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable. En el cuadro No.8 se presentan los resultados obtenidos en la tercera y cuarta semana del mes de agosto de 154.8 mg CaCO₃ para las muestras originales y sus duplicados de 165.3 mg CaCO₃; en la segunda semana del mes de septiembre de 185.1 mg CaCO₃ para muestra original y su duplicado de 206.1 mg CaCO₃; en la tercera semana de 175.7 mg CaCO₃ para muestra original y su duplicado de 186.2 mg CaCO₃. Este es un parámetro importante

para el análisis del agua, ya que se producen incrustaciones en las tuberías y le da un sabor indeseable al agua.⁽¹⁶⁾

Zinc: Este elemento natural estudiado en el agua se determinó por el método espectrofotométrico de Absorción Atómica a una longitud de onda de 213.9 nm. El cual no fue detectado por el equipo.

Hierro: Los resultados obtenidos en las diferentes semanas de agosto y septiembre cumplen con el límite máximo permisible de 0.30 mg/L establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable. Se determinó por el método Espectrofotométrico de Absorción Atómica a una longitud de onda de 248.3 nm. En el cuadro No.8 se presentan los resultados obtenidos en la tercera semana del mes de agosto de 0.160 mg/L para muestra original y su duplicado de 0.161 mg/L ; en la cuarta semana de 0.270 mg/L para muestra original y su duplicado de 0.278 mg/L; en la segunda semana del mes de septiembre de 0.170 mg/L para muestra original y su duplicado de 0.174 mg/L; en la tercera semana de 0.145 mg/L para muestra original y su duplicado de 0.149 mg/L.

Manganeso: Los resultados obtenidos en las diferentes semanas de agosto y septiembre están fuera del límite máximo permisible de 0.1 mg/L establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable. Se

determinó por el método Espectrofotométrico de Absorción Atómica a una longitud de onda de 279.5 nm. En el cuadro No.8 se presentan los resultados obtenidos en la tercera semana del mes de agosto de 0.188 mg/L para muestra original y su duplicado de 0.193 mg/L ; en la cuarta semana de 0.230 mg/L para muestra original y su duplicado de 0.234 mg/L; en la segunda semana del mes de septiembre de 0.180 mg/L para muestra original y su duplicado de 0.184 mg/L; en la tercera semana de 0.165 mg/L para muestra original y su duplicado de 0.169 mg/L.

Sodio: Este parámetro se realizó por Espectrofotometría de Absorción Atómica por el método de Emisión de Llama a una longitud de onda de 589 nm. El cual no fue detectado por el equipo.

Plomo: Este parámetro se realizó por Espectrofotometría de Absorción Atómica por el método de Horno de Grafito a una longitud de onda de 217 nm. El cual no fue detectado por el equipo.

Cuadro No.9. Parámetros Fisicoquímicos de la casa ubicada al Oeste de la Residencial Versailles

Semana	Agosto /2008				Septiembre/2008				Limite máximo permisible NSO 13.07.01.04 Agua. Agua Potable (21)
	Semana 3		Semana 4		Semana 2		Semana 3		
Parámetros	Mx1	Mx1D	Mx2	Mx2D	Mx3	Mx3D	Mx4	Mx4D	
Color verdadero Pt-Co	3	3	6	6	2	2	3	3	15 Pt-Co
Temperatura °C	28	28	28	28	28	28	29	29	No rechazable
pH	7.80	7.77	7.91	7.88	7.58	7.49	7.62	7.60	8.5
Sólidos totales(mg/L)	770	773	890	894	800	807	775	778	1000
Turbidez (UNT)	4	4	6	6	3	3	2	2	5 UNT
Dureza (mg CaCO ₃)	175.7	165.3	154.8	165.3	175.7	154.8	175.7	186.2	500
Zn (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5.0
Fe (mg/L)	0.184	0.189	0.170	0.175	0.150	0.155	0.145	0.149	0.30
Mn (mg/L)	0.239	0.242	0.197	0.199	0.178	0.182	0.164	0.168	0.1
Na (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	200
Pb (mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01

Mx: Muestra

MxD: Muestra duplicado

ND: No Detectable

Color Verdadero: Los resultados obtenidos en las diferentes semanas de agosto y septiembre cumplen con el límite máximo permisible de 15 Pt-Co establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable. En el cuadro No.9 se presentan los resultados obtenidos en la tercera semana del mes de agosto de 3 Pt-Co para muestra original y su duplicado; en la cuarta semana para muestra original y su duplicado de 6 Pt-Co; en la segunda semana del mes de septiembre de 2 Pt-Co para muestra original y su duplicado; en la tercera semana para muestra original y su duplicado de 3 Pt-Co. Este parámetro se debe principalmente a materiales coloidales o en suspensión.⁽¹²⁾

Temperatura: Los resultados obtenidos en las diferentes semanas de agosto y septiembre son aceptables por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable; ya que no da un valor numérico. En el cuadro No.9 se presentan los resultados obtenidos en la tercera y cuarta semana del mes de agosto y segunda semana del mes de septiembre de 28°C para las muestras originales y sus duplicados; en la tercera semana de septiembre da de 29°C para muestra original y su duplicado. Este parámetro es una propiedad física que mide la energía térmica o calor.⁽⁴⁾

pH: Los resultados obtenidos en las diferentes semanas de agosto y septiembre cumplen con el límite máximo permisible de 8.5 establecido por la

Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable. En el cuadro No.9 se presentan los resultados obtenidos en la tercera semana del mes de agosto de 7.80 para muestra original y su duplicado de 7.77; en la cuarta semana de 7.91 para muestra original y su duplicado de 7.88; en la segunda semana del mes de septiembre de 7.58 para muestra original y su duplicado de 7.49; en la tercera semana de 7.62 para muestra original y su duplicado de 7.60. Este parámetro es una medición potenciométrica donde se puede conocer el tipo de agua que se analiza la cual puede ser neutra, ácida o básica dependiendo que sustancias estén presentes y esta puede reflejar la calidad del agua⁽¹²⁾.

Sólidos totales: Los resultados obtenidos en las diferentes semanas de agosto y septiembre cumplen con el límite máximo permisible de 1000 mg/L establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable. En el cuadro No.9 se presentan los valores obtenidos en la tercera semana del mes de agosto de 770 mg/L para muestra original y su duplicado de 773 mg/L ; en la cuarta semana de 890 mg/L para muestra original y su duplicado de 894 mg/L; en la segunda semana del mes de septiembre de 800 mg/L para muestra original y su duplicado de 807 mg/L; en la tercera semana de 775 mg/L para muestra original y su duplicado de 778 mg/L. Este parámetro representa residuos orgánicos, inorgánicos o coloidales que se obtienen después de una evaporación.⁽⁴⁾

Turbidez: Los resultados obtenidos en la tercera semana de agosto y la segunda y tercera semana de septiembre cumplen con el límite máximo permisible de 5 UNT establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable.; pero en la cuarta semana de agosto los valores obtenidos están fuera del limite establecido por Norma. En el cuadro No. 9 se presentan los resultados obtenidos en la tercera semana del mes de agosto de 4 UNT para muestra original y su duplicado; en la cuarta semana de 6 UNT para muestra original y su duplicado; en la segunda semana del mes de septiembre de 3 UNT para muestra original y su duplicado; en la tercera semana de 2 UNT para la muestra original y su duplicado. Este parámetro es la dificultad que presenta el agua en dejar pasar la luz debido a materiales insolubles, coloidales o muy finos.⁽⁴⁾

Dureza: Los resultados obtenidos en las diferentes semanas de agosto y septiembre cumplen con el límite máximo permisible de 500 mg CaCO₃ establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable. En el cuadro No.9 se presentan los resultados obtenidos en la tercera semana del mes de agosto de 175.7 mg CaCO₃ para muestra original y su duplicado de 165.3 mg CaCO₃; en la cuarta semana de 154.8 mg CaCO₃ para muestra original y su duplicado de 165.3 mg CaCO₃; en la segunda semana del mes de septiembre de 175.7 mg CaCO₃ para muestra original y su duplicado de 154.8 mg CaCO₃; en la tercera semana de 175.7 mg CaCO₃ para muestra

original y su duplicado de 186.2 mg CaCO₃. Este es un parámetro importante para el análisis del agua, ya que se producen incrustaciones en las tuberías y le da un sabor indeseable al agua.⁽¹⁶⁾

Zinc: Este elemento natural estudiado en el agua se determinó por el método espectrofotométrico de Absorción Atómica a una longitud de onda de 213.9 nm. El cual no fue detectado por el equipo.

Hierro: Los resultados obtenidos en las diferentes semanas de agosto y septiembre cumplen con el límite máximo permisible de 0.30 mg/L establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable. Se determinó por el método Espectrofotométrico de Absorción Atómica a una longitud de onda de 248.3 nm. En el cuadro No.9 se presentan los resultados obtenidos en la tercera semana del mes de agosto de 0.184 mg/L para muestra original y su duplicado de 0.189 mg/L; en la cuarta semana de 0.170 mg/L para muestra original y su duplicado de 0.175 mg/L; en la segunda semana del mes de septiembre de 0.150 mg/L para muestra original y su duplicado de 0.155 mg/L; en la tercera semana de 0.145 mg/L para muestra original y su duplicado de 0.149 mg/L.

Manganeso: Los resultados obtenidos en las diferentes semanas de agosto y septiembre están fuera del límite máximo permisible de 0.1 mg/L establecido

por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable. Se determinó por el método Espectrofotométrico de Absorción Atómica a una longitud de onda de 279.5 nm. En el cuadro No.9 se presentan los resultados obtenidos en la tercera semana del mes de agosto de 0.239 mg/L para muestra original y su duplicado de 0.242 mg/L ; en la cuarta semana de 0.197 mg/L para muestra original y su duplicado de 0.199 mg/L; en la segunda semana del mes de septiembre de 0.178 mg/L para muestra original y su duplicado de 0.182 mg/L; en la tercera semana de 0.164 mg/L para muestra original y su duplicado de 0.168 mg/L.

Sodio: Este parámetro se realizó por Espectrofotometría de Absorción Atómica por el método de Emisión de Llama a una longitud de onda de 589 nm. El cual no fue detectado por el equipo.

Plomo: Este parámetro se realizó por Espectrofotometría de Absorción Atómica por el método de Horno de Grafito a una longitud de onda de 217 nm. El cual no fue detectado por el equipo.

Cuadro No.10 Parámetros Microbiológicos de la casa ubicada al Norte de la Residencial Versailles

Semana Parámetros	Agosto /2008				Septiembre/2008				Limite máximo permisible NSO 13.07.01.04 Agua. Agua Potable(21)
	Semana 3		Semana 4		Semana 2		Semana 3		
	Mx1	Mx1D	Mx2	Mx2D	Mx3	Mx3D	Mx4	Mx4D	
Coliformes Totales	21	23	24	30	8	1	0	0	0 UFC/100 ml
Coliformes Fecales	0	0	0	0	0	0	0	0	0 UFC/100 ml
<i>Escherichia coli</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0 UFC/100 ml
Recuento de bacterias Heterótrofas	3	3	2	3	2	3	4	4	100 UFC/ ml

Método de Filtración por membrana.

Mx: Muestra

MxD: Muestra duplicado

Los parámetros microbiológicos evaluados en las diferentes casas de la residencial privada fue: Recuento de bacterias heterótrofas, coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*.

Recuento de bacterias heterótrofas: para su determinación se utilizo el medio de cultivo Plate count agar, donde las colonias presentan una coloración crema. Para este parámetro la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable, establece un límite máximo permisible de 100 UFC/ml. En el cuadro No.10 se presentan los resultados obtenido en la tercera semana del mes de agosto de 3 UFC para muestra original y su duplicado; en la cuarta semana de agosto y segunda semana del mes de septiembre de 2 UFC para las muestras originales y para sus duplicados de 3 UFC; en la tercera semana de septiembre de 4 UFC para muestra original y su duplicado; lo que nos indica la presencia de este tipo de bacteria y los valores están dentro de los limites establecidos por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable.

Coliformes totales: Para su determinación se utilizó el medio de cultivo Endo donde las colonias presentan una coloración roja. Para este parámetro la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable, establece un limite máximo permisible de 0 UFC/ 100 ml.

En el cuadro No 10 se presentan los resultados obtenidos en la tercera semana de agosto de 21 UFC para muestra original y su duplicado de 23 UFC; en la cuarta semana de agosto de 24 UFC para muestra original y su duplicado de 30 UFC; en la segunda semana del mes de septiembre de 8 UFC para muestra original y su duplicado de 1 UFC; en la tercera semana de septiembre de 0 UFC para muestra original y su duplicado. Los resultados obtenidos en la tercera y cuarta semana del mes de agosto; y la segunda semana de septiembre están fuera de los límites establecidos por la Norma Salvadoreña; difieren en la tercera semana de septiembre ya que cumplen con los límites permitidos por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable. La cual se debe que los habitantes de la residencial manifiestan que días antes de la toma de muestra de dicha semana suspendieron el servicio de agua potable; para la limpieza del tanque de almacenamiento por parte del ente encargado.

Coliformes fecales y *Escherichia coli*: para la determinación de coliformes fecales se utilizó como medio caldo EC donde las colonias presentan una coloración crema. Si las muestras son positivas se pasan a un medio de cultivo EMB para determinar si hay presencia de ***Escherichia coli*** en donde las colonias presentan una coloración verde metálico.

Para estos parámetros la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable, establece un límite máximo permisible de 0 UFC/ 100 ml.

En el cuadro No. 10 se presentan los resultados obtenidos en las diferentes semanas del mes de agosto y septiembre de 0 UFC para muestras originales y para sus duplicados; por lo que dichos valores se encuentran dentro de los límites de la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable.

Cuadro No.11. Parámetros Microbiológicos de la casa ubicada al Sur de la Residencial Versailles

Semana	Agosto /2008				Septiembre/2008				Limite máximo permisible NSO 13.07.01.04 Agua. Agua Potable(21)
	Semana 3		Semana 4		Semana 2		Semana 3		
Parámetros	Mx1	Mx1D	Mx2	Mx2D	Mx3	Mx3D	Mx4	Mx4D	
Coliformes Totales	4	4	27	31	12	6	0	0	0 UFC/100 ml
Coliformes Fecales	0	0	0	0	2	2	0	0	0 UFC/100 ml
<i>Escherichia coli</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0 UFC/100 ml
Recuento de bacterias Heterótrofas	5	5	4	3	4	4	7	7	100 UFC/ ml

Método de Filtración por membrana.

Mx: Muestra

MxD: Muestra duplicado

Recuento de bacterias heterótrofas: para su determinación se utilizó el medio de cultivo Plate count agar, donde las colonias presentan una coloración crema. Para este parámetro la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable, establece un límite máximo permisible de 100 UFC/ml. En el cuadro No.11 se presentan los resultados obtenidos en la tercera semana del mes de agosto de 5 UFC para muestra original y su duplicado; en la cuarta semana de agosto de 4 UFC para muestra original y su duplicado de 3 UFC; en la segunda semana del mes de septiembre de 4 UFC para la muestra original y su duplicado; en la tercera semana de septiembre de 7 UFC para muestra original y sus duplicado; lo que nos indica la presencia de este tipo de bacteria y los valores están dentro de los límites establecidos por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable.

Coliformes totales: Para su determinación se utilizó el medio de cultivo Endo donde las colonias presentan una coloración roja.

Para este parámetro la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable establece un límite máximo permisible de 0 UFC/ 100 ml.

En el cuadro No 11 se presentan los resultados obtenidos en la tercera semana de agosto de 4 UFC para muestra original y su duplicado; en la cuarta semana de agosto de 27 UFC para muestra original y su duplicado de 31 UFC; en la segunda semana del mes de septiembre de 12 UFC para muestra original y su duplicado de 6 UFC; en la tercera semana de septiembre de 0 UFC para

muestra original y su duplicado. Los resultados obtenidos en la tercera y cuarta semana del mes de agosto; y la segunda semana de septiembre están fuera de los límites establecidos por la Norma Salvadoreña; difieren en la tercera semana de septiembre cumple con los límites permitidos por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable. La cual se debe a que los habitantes de la residencial manifiestan que días antes de la toma de muestra de dicha semana suspendieron el servicio de agua potable; para la limpieza del tanque de almacenamiento por parte del ente encargado.

Coliformes fecales y *Escherichia coli*: para la determinación de coliformes fecales se utilizó como medio caldo EC donde las colonias presentan una coloración crema . Si las muestras son positivas se pasan a un medio de cultivo EMB para determinar si hay presencia de ***Escherichia coli*** en donde las colonias presentan una coloración verde metálico.

Para estos parámetros la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable; establece un limite máximo permisible de 0 UFC/ 100 ml.

En el cuadro No. 11 se presentan resultados obtenidos en la tercera y cuarta semana del mes de agosto para coliformes fecales de 0 UFC para las muestras originales y sus duplicados por lo que dichos valores se encuentran dentro de los límites de la Norma. En la segunda semana de septiembre de 2 UFC para muestra original y su duplicado; por lo que dicho valor se encuentran fuera de los limites de la Norma; en la tercera semana de septiembre de 0 UFC para

muestra original y su duplicado, dichos resultados se encuentran dentro de los límites de la Norma; Para la determinación de ***Escherichia coli*** en las diferentes semanas del mes de agosto y septiembre presentan valores de 0 UFC para las muestras originales y sus duplicados, por lo que dichos resultados se encuentran dentro de los límites de la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable.

Cuadro No. 12 Parámetros Microbiológicos de la casa ubicada al Este de la Residencial Versailles.

Semana	Agosto /2008				Septiembre/2008				Limite máximo permisible NSO 13.07.01.04 Agua. Agua Potable(21)
	Semana 3		Semana 4		Semana 2		Semana 3		
Parámetros	Mx1	Mx1D	Mx2	Mx2D	Mx3	Mx3D	Mx4	Mx4D	
Coliformes Totales	5	6	40	32	4	5	0	0	0 UFC/100 ml
Coliformes Fecales	0	0	0	0	0	0	0	0	0 UFC/100 ml
<i>Escherichia coli</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0 UFC/100 ml
Recuento de bacterias Heterótrofas	2	2	2	2	2	2	4	4	100 UFC/ ml

Método de Filtración por membrana.

Mx: Muestra

MxD: Muestra duplicado

Recuento de bacterias heterótrofas: para su determinación se utilizó el medio de cultivo Plate count agar, donde las colonias presentan una coloración crema. Para este parámetro la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable establece un límite máximo permisible de 100 UFC/ml. En el cuadro No.12 se presentan resultados obtenidos en la tercera y cuarta semana del mes de agosto, y la segunda semana de septiembre las muestras originales de 2 UFC y sus duplicados; en la tercera semana de septiembre de 4 UFC para muestra original y su duplicado; lo que nos indica la presencia de este tipo de bacteria y los valores están dentro de los límites establecidos por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable.

Coliformes totales: Para su determinación se utilizó el medio de cultivo Endo donde las colonias presentan una coloración roja. Para este parámetro la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable establece un límite máximo permisible de 0 UFC/ 100 ml. En el cuadro No 12 se presentan los resultados obtenidos en la tercera semana de agosto de 5 UFC para muestra original y su duplicado de 6 UFC; en la cuarta semana de agosto de 40 UFC para muestra original y su duplicado de 32 UFC; en la segunda semana del mes de septiembre la muestra original da un valor de 4 UFC y su duplicado de 5 UFC; en la tercera semana de septiembre de 0 UFC para muestra original y su duplicado. Los resultados obtenidos en la tercera y cuarta semana del mes de agosto; y la segunda de septiembre están fuera de

los límites establecidos por la Norma Salvadoreña; difieren en la tercera semana de septiembre ya que cumple con los límites permitidos por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable. La cual se debe a que los habitantes de la residencial manifiestan que días antes de la toma de muestra de dicha semana suspendieron el servicio de agua potable; para la limpieza del tanque de almacenamiento por parte del ente encargado.

Coliformes fecales y *Escherichia coli*: para la determinación de coliformes fecales se utilizó como medio caldo EC donde las colonias presentan una coloración crema. Si las muestras son positivas se pasan a un medio de cultivo EMB para determinar si hay presencia de ***Escherichia coli*** en donde las colonias presentan una coloración verde metálico.

Para estos parámetros la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable; establece un límite máximo permisible de 0 UFC/ 100 ml.

En el cuadro No. 12 se presentan los resultados obtenidos en las diferentes semanas del mes de agosto y septiembre de 0 UFC para muestras originales y para sus duplicados; por lo que dichos valores se encuentran dentro de la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable.

Cuadro No.13 Parámetros Microbiológicos de la casa ubicada al Oeste de la Residencial Versailles.

Semana	Agosto /2008				Septiembre/2008				Limite máximo permisible NSO 13.07.01.04 Agua. Agua Potable (21)
	Semana 3		Semana 4		Semana 2		Semana 3		
Parámetros	Mx1	Mx1D	Mx2	Mx2D	Mx3	Mx3D	Mx4	Mx4D	
Coliformes Totales	10	12	20	17	4	6	0	0	0 UFC/100 ml
Coliformes Fecales	0	0	0	0	0	0	0	0	0 UFC/100 ml
<i>Escherichia coli</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0 UFC/100 ml
Recuento de bacterias Heterótrofas	3	3	3	3	2	3	3	4	100 UFC/ ml

Método de Filtración por membrana

Mx: Muestra

MxD: Muestra duplicado

Recuento de bacterias heterótrofas: para su determinación se utilizó el medio de cultivo Plate count agar, donde las colonias presentan una coloración crema. Para este parámetro la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable establece un límite máximo permisible de 100 UFC/ml. En el cuadro No.13 se presentan los resultados obtenidos en la tercera y cuarta semana del mes de agosto de 3 UFC para las muestras originales y sus duplicados; en la segunda semana del mes de septiembre de 2 UFC para muestra original y su duplicado de 3 UFC; en la tercera semana de septiembre de 3 UFC para muestra original y su duplicado de 4 UFC; lo que nos indica la presencia de este tipo de bacteria y los valores están dentro de los límites establecidos por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable.

Coliformes totales: Para su determinación se utilizó el medio de cultivo Endo donde las colonias presentan una coloración roja. Para este parámetro la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable establece un límite máximo permisible de 0 UFC/ 100 ml. En el cuadro No 13 se presentan los resultados obtenidos en la tercera semana de agosto de 10 UFC para muestra original y su duplicado de 12 UFC; en la cuarta semana de agosto de 20 UFC para muestra original y su duplicado de 17 UFC; en la segunda semana del mes de septiembre de 4 UFC para muestra original y su duplicado de 6 UFC; en la tercera semana de septiembre de 0

UFC para muestra original y su duplicado. Los resultados obtenidos en la tercera y cuarta semana del mes de agosto; y la segunda semana de septiembre están fuera de los límites establecidos por la Norma Salvadoreña; difieren en la tercera semana de septiembre ya que cumple con los límites permitidos por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable. La cual se debe a que los habitantes de la residencial manifiestan que días antes de la toma de muestra de dicha semana suspendieron el servicio de agua potable; para la limpieza del tanque de almacenamiento por parte del ente encargado.

Coliformes fecales y *Escherichia coli*: para la determinación de coliformes fecales se utilizó como medio caldo EC donde las colonias presentan una coloración crema. Si las muestras son positivas se pasan a un medio de cultivo EMB para determinar si hay presencia de ***Escherichia coli*** en donde las colonias presentan una coloración verde metálico.

Para estos parámetros la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable; establece un límite máximo permisible de 0 UFC/ 100 ml.

En el cuadro No. 13 se presentan los resultados obtenidos en las diferentes semanas del mes de agosto y septiembre de 0 UFC para muestra original y para sus duplicados; por lo que dichos valores se encuentran dentro de la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable.

CAPITULO VI
CONCLUSIONES

6.0 CONCLUSIONES.

1. Los parámetros físicos: color verdadero, temperatura, pH y sólidos totales realizados al agua de consumo humano en las diferentes casas cumplen con los límites máximo permisibles establecidos por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04 Agua. Agua Potable.
2. En la tercera semana del mes de Agosto, el parámetro de turbidez en las muestras de agua de las diferentes casas se encuentra fuera de los límites establecidos por la Norma Salvadoreña NSO 13.07.01.04 Agua. Agua Potable, esto puede deberse a la cantidad de sólidos disueltos presentes.
3. El parámetro de dureza en las muestras de agua de las diferentes casas oscilan entre 150 a 300 mg/L por lo que se considera que el agua suministrada es agua dura, pero sus valores no exceden los límites establecidos por la Norma Salvadoreña NSO 13.07.01.04 Agua. Agua Potable.
4. La cantidad de sólidos totales en las muestras de agua, en todas las casas seleccionadas es constante y no excede de los valores establecidos por la Norma Salvadoreña NSO 13.07.01.04 Agua. Agua Potable, por lo tanto no hay contaminación ocasionada por filtración en las tuberías.

5. En las diferentes muestras de agua se determino el elemento zinc y sodio, los cuales no presentaron detección en el equipo.
6. Los valores de Plomo en las muestras de agua de las diferentes casas fueron de < 0.005 mg/L que corresponde al límite de detección del equipo.
7. La cantidad de Hierro en las muestras de agua en las diferentes casas es muy variante, pero no excede el limite de la Norma Salvadoreña NSO 13.07.01.04 Agua. Agua Potable esto puede deberse por acumulación causada en las tuberías.
8. La cantidad de Manganeso en las muestras de agua en las diferentes casas oscilan entre 0.165 a 0.242 mg/L , excediendo los limites establecidos por la Norma Salvadoreña NSO 13.07.01.04 Agua .Agua Potable, esto puede deberse a la naturaleza propia del agua.
9. En las muestras de agua potable en las diferentes casas hay presencia de bacterias heterótrofas, pero sus valores no exceden de los límites establecidos por la Norma Salvadoreña NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable

10. En la tercera y cuarta semana del mes de agosto y segunda semana del mes de septiembre en las muestras de agua de las diferentes casas, hay presencia de coliformes totales, es por esto que no cumplen con los límites establecidos por la Norma Salvadoreña NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable.

11. Según los análisis microbiológicos como son coliformes totales realizados a las muestras de agua potable al compararlas con la Norma Salvadoreña NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable, no cumplen con los límites establecidos, por lo que no es apta para consumo humano.

CAPITULO VII
RECOMENDACIONES

7.0 RECOMENDACIONES

1. Realizar un monitoreo constante al agua de consumo humano en la zona seleccionada por parte de las entidades responsables para verificar si existe cambio significativo en los resultados al agua suministrada en la residencial.
2. Monitorear las industrias que se encuentran establecidas en los alrededores de la zona de muestreo para mantener un control en los desechos y cumplir con la normativa del medio ambiente.
3. Que los habitantes de la residencial formen comités, para dar seguimiento a monitoreo del análisis del agua y de esta forma aseguren la calidad de esta.
4. Al realizar análisis microbiológico al agua potable se debe cumplir con lo establecido por la Norma Salvadoreña NSO 13.07.01.04 Agua. Agua potable que al presentarse problemas de coliformes totales fuera de Norma se deben tomar muestras diarias del mismo punto de muestreo, se les debe examinar hasta que los resultados que se obtengan, cuando menos en dos muestras consecutivas demuestren que el agua es de calidad de acuerdo a los límites exigidos por la Norma.

BIBLIOGRAFIA

1. Apha–Awn-Wpcf .Métodos Normalizados para el análisis de agua potable y residuales. 1992. 17^o edición. España. Ediciones Díaz de Santos. Pág. 2-61-62; 3-23 -25; 3-166-167; 3-180-181.
2. Facultad de Química y farmacia. Manual de Química Analítica II. Año lectivo 2007. Departamento de Análisis químico e instrumental.
3. Perkin Elmer. Analytical Métodos for Atomic Absorption Spectrometry Modelo 3110. Pág. 73,88, 90, 96,125.
4. Fuentes Salinas, M.B.y otros .Tesis (2007) Determinación de la calidad Físicoquímica y Microbiológico del lago de Guija.
5. Colocho Monterrosa, M.E y otros. Tesis (1983). Evaluación Físico-Químico del agua potable que abastece San Salvador y las ciudades principales de la zona central y occidental del país.
6. Guzmán, P.A, 1998. Monografías del departamento y Municipio de La Libertad. El Salvador. Impreso en los talleres litográficos del instituto geográfico nacional Pág. 125.
7. Contreras Moreno, R.A. y otros. Tesis (2004). Evaluación microbiológica de la calidad del agua potable que distribuye ANDA en los sectores de San Bartolo, Santa Lucia y San Martín.
8. Harrigan W.F, Método de Laboratorio de Microbiología, España. Editorial Académica León. Pág. 110

9. OPS(Organización Panamericana de la Salud). Guías para la calidad del agua potable, 1988. Volumen 3 Pág. 76- 77, 119- 126.
10. http://es.wikipedia.org/wiki/calidad_del_agua. (consultado 21 de enero de 2008)
11. http://es.wikipedia.org/wiki/calidadfisicoquimica_del_agua (consultado 21 de enero de 2008)
12. [http://books.google.com.sv/books?isbn=guias para la calidad del agua potable](http://books.google.com.sv/books?isbn=guias+para+la+calidad+del+agua+potable) (consultado 28 de enero de 2008)
13. <http://espanol.answer.yahoo.com/quetion/index?qid=2008062118> (consultado 1 de abril de 2009)
14. <http://www.agrilifebookstore.org/publications> (consultado 1 de marzo de 2008)
15. <http://www.lennotech.com/espanol/tabla.periodica/pbpropiedadesquimicasyEfectossobrelasalud.htm> (consultado 1 de marzo de 2008)
16. <http://www.avantel.net/~arbolag/html/dureza.htm> (consultado 8 de marzo de 2008)
17. http://www.elaguaylasultimastrincheras.Ecoportal_net.html (consultado 9 de marzo de 2008)
18. http://www.xtec.es/~gjimenez/licencia/students/bscw.gmd.de_bscw_bscwcgi_d32817-3_AAS_final.ht (consultado 28 de febrero de 2008)
19. <http://es.wikipedia.org/wiki/coliforme> (consultado 10 de marzo de 2008)

20. http://www.gaisa_mspas.gob.sv/vagua/COMPENDIO_A_%20potable.pdf
(consultado 10 de marzo de 2008)
21. <http://es.sitiodel niño/versalles/elsalvador> (consultado 17 de junio de 2008)
22. Instituto de Agua, Universidad de El salvador, Facultad Multidisciplinaria de Occidente.

ANEXOS

ANEXO No. 1

REQUISITOS DE CALIDAD MICROBIOLÓGICO

REQUISITOS DE CALIDAD MICROBIOLÓGICO

Tabla No.1 Límites Máximos Permisibles para Calidad Microbiológica Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04

PARÁMETRO	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE		
	TÉCNICAS		
	FILTRACIÓN POR MEMBRANAS	TUBOS MÚLTIPLES	PLACA VERTIDA
Bacterias coliformes totales	0 UFC/100 ml	<1.1 NMP/100 ml	----
Bacterias coliformes fecales o termotolerantes	0 UFC/100 ml	<1.1 NMP/100 ml	----
Escherichia coli	0 UFC/100 ml	<1.1 NMP/100 ml	----
Conteo de bacterias heterótrofas y aerobias mesófilas	100 UFC/ ml	----	100 UFC/ ml
Organismos patógenos	Ausencia		

Cuando en una muestra se presentan organismos coliformes totales fuera de la Norma, según la Tabla No.1 se deben aplicar medidas correctivas y se deben tomar inmediatamente muestras diarias del mismo punto de muestreo y se les debe examinar hasta que los resultados que se obtengan, cuando menos en dos muestras consecutivas demuestren que el agua es de una calidad que reúne los requisitos exigidos por la Tabla No.1.

Un número mayor de 100 microorganismos por ml en el recuento total de bacterias heterotróficas, es señal de que deben tomarse medidas correctivas e indica la necesidad de una inspección sanitaria completa del sistema de abastecimiento para determinar cualquier fuente de contaminación.

En cada técnica se pueden usar los sustratos tradicionales o sustratos-enzimas. Debidamente aprobadas por una entidad internacional debidamente reconocida relacionada con la calidad del agua potable.

REQUISITOS DE CALIDAD FISICOQUÍMICOS

Tabla No.2 Límites Permisibles de características físicas y Organolépticas.
Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04

PARÁMETRO	UNIDADES	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Color verdadero	Pt-Co	15
Olor	-	No rechazable
pH	-	8.5 ¹
Sabor	-	No rechazable
Sólidos Totales disueltos	Mg/L	1000 ²
Turbidez	UNT	5 ³
Temperatura	°C	No rechazable

¹ Límite Mínimo Permisible 6.0 Unidades

² Por las condiciones propias del país

³ Para el agua tratada en la salida de planta de tratamiento de aguas superficiales, el Límite Máximo Permisible es 1.

Tabla No. 3 Valores para sustancias químicas
Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04

PARÁMETRO	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE MG/L
Dureza Total como (CaCo ₃)	500
Fluoruros	1.00
Hierro Total	0.30 ¹
Manganeso	0.1 ¹
Sodio	200.00
Sulfatos	400.00
Zinc	5.00

¹ Cuando los valores de hierro y manganeso superen el límite máximo permisible establecido en esta norma y no sobrepasen los valores máximos sanitariamente aceptables de 2,0 mg/l para el hierro y de 0,5 mg/l para el manganeso, se permitirá el uso de quelantes para evitar los problemas estéticos de color, turbidez y sabor que se generan.

Tabla No. 4 Frecuencia del muestreo para certificar la calidad bacteriana del agua potable Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04

TAMAÑO DE LA POBLACIÓN (Habitantes)	NÚMERO MÍNIMO DE MUESTRAS/MES
<5,000	1
5,000-100,000	1 Muestra/5,000 usuarios
>100.000	1 Muestra/10,000 usuarios más 10/muestras adicionales

Tabla No. 5 Número de muestras y frecuencia de muestreo para análisis fisicoquímico Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.04

TAMAÑO DE POBLACIÓN (HABITANTES)	MÍNIMO	NORMAL	COMPLETO
< 25,000	1 muestra mensual	1 muestra bimensual	1 muestra anual
25,000 a 100,000	1 muestra / 5,000 El total de muestras distribuidas en dos muestreos quincenales	1 muestra bimensual / 50,000 usuarios	1 muestra semestral / 50,000 usuarios
100,001 a 300,000	1 muestra / 10,000 usuarios más 5 adicionales. (El total de muestras distribuidas en cuatro muestreos mensuales	1 muestra mensual / 50,000 usuarios	1 muestra trimestral / 50,000 usuarios
> 300,000	1 muestra / 10,000 usuarios más 10 muestras adicionales. (El total de muestras distribuidas en 10 muestreos en el mes)	1 muestra / 50,000 usuarios, (El total de muestras distribuidas en dos muestreos quincenales)	1 muestra bimensual / 100,000 usuarios

ANEXO No. 2

REACTIVOS, MATERIALES Y EQUIPO.

REACTIVOS, MATERIALES Y EQUIPO.

REACTIVOS:

- Patrón de Cloroplatinato de Cobalto.
- Solución Buffer pH 7.0
- Solución Buffer pH 10.0
- Cloruro de Amonio
- Hidróxido de Amonio
- EDTA 0.01M
- Cloruro de Magnesio
- Carbonato de Calcio
- Cloruro de Sodio
- Laminas de Hierro
- Acido Nítrico conc.
- Zinc
- Nitrato de Plomo
- Manganeso

MATERIAL

- Probetas graduadas de 10.0 ml, 25.0 ml y 50.0 ml.
- Erlenmeyer de 250 ml
- Erlenmeyer de 125 ml
- Balón Volumétrico de 1000.0 ml
- Balón Volumétrico de 100.0 ml
- Pipeta volumétrica de 10.0 ml
- Crisoles de porcelana, 90 mm de diámetro
- Soporte con pinza para bureta
- Bureta graduada de 50.0 ml
- Beakers de vidrio de 100 ml, 250 ml
- Celdas de Vidrio
- Termómetro de Mercurio
- Estufa
- Frasco lavador
- Agitador magnético
- Tubos con tapón de rosca
- Embudos de vidrio cuello corto
- Gradilla
- Espátula

EQUIPO

- Desecador
- Potenciómetros.
- Balanza analítica.
- Balanza Granataria
- Espectrofotómetro UV-VIS
- Espectrofotómetro de Absorción Atómica.
- Auto clave 121 lbs
- Incubadora.

ANEXO No. 3

PREPARACION DE REACTIVOS

PREPARACIÓN DE REACTIVOS

PATRÓN ESTÁNDAR DE CLOROPLATINATO DE COBALTO ⁽⁴⁾.

Disolver 1.246 g de Cloroplatinato de potasio K_2PtCl_6 (equivalente a 500 mg de Platino Metálico) y 1.000g de Cloruro de Cobalto cristalizado, $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ (equivalente aproximadamente a 250mg de Cobalto metálico en agua destilada con 100 ml de Acido Clorhídrico concentrado y diluir a 1000 ml con agua destilada. Este patrón tiene 500 Unidades Platino Cobalto

SOLUCIÓN BUFFER PH 10 ⁽²⁾.

Disolver 6.56 g de NH_4Cl . y 57 ml de NH_4OH en agua destilada y aforar a 100 ml.

SOLUCIÓN DE EDTA (SAL DISODICA) 0.01 M ⁽²⁾.

Disolver 2 g de EDTA (sal disodica) más 0.05 g de $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ en agua destilada y aforar a 1000 ml.

SOLUCIÓN DE CARBONATO DE CALCIO 0.01 M ⁽²⁾.

Disolver 0.5 g de Carbonato de calcio secado a $110^\circ C$ durante 2 horas y disolverlo en 10 ml HCL 3N y aforar a 1000 ml con agua destilada.

SOLUCIONES PATRONES: (ver anexo No. 4)

HIERRO ⁽¹⁾.

Disolver 1.0 g de laminas de hierro en 50 ml de HNO_3 (1+1). Diluir a 1000 ml con agua desionizada.

ZINC ⁽¹⁾.

Disolver 0.5 g del metal de zinc en un volumen mínimo de HCL (1+1) y diluir a 1000 ml con HCL (v/v) al 1%.

PLOMO ⁽¹⁾.

Disolver 1.598 g de nitrato de plomo en ácido nítrico (v/v) al 1% y diluir a 1000 ml con HNO₃ (v/v) al 1 % .

Nota: este elemento es tóxico y su manipulación debe hacerse en cámara extractora.

MANGANESO ⁽¹⁾.

Disolver 1.0 g del metal manganeso en un volumen mínimo de HNO₃ (1+1).
Diluir a 1000 ml con HCL 1 % (v/v).

SODIO ⁽¹⁾.

Disolver 2.542 g de cloruro de sodio en agua desionizada y diluir a 1000 ml con agua desionizada.

PREPARACIÓN DE LOS MEDIOS DE CULTIVO**PLATE COUNT AGAR:** ⁽⁸⁾

Disolver 22.5 g por litro esterilizar en autoclave por 15 minutos a una temperatura de 121°C.

CALDO EC: ⁽⁸⁾

Disolver 37 g por litro y distribuir 9 mL en tubos con campana esterilizar en autoclave por 15 minutos a una temperatura de 121°C.

EMB: (8)

Disolver 36 g por litro esterilizar en autoclave por 15 minutos a una temperatura de 121°C .

ANEXO No. 4

STANDARD ATOMIC ABSORPTION CONDITIONS FOR ZN

Standard Atomic Absorption Conditions for Zn

1. Recommended Flame: air – acetylene, oxidizing (lean, blue)
2. Data obtained with a standard nebulizer and flow spoiler. Operation with a High sensitivity nebulizer or impact bead will typically provide a 2-3 x sensitivity improvement.
3. Characteristic Concentration with a $N_2O-C_2H_2$ flame at 213.9 nm: 0.084 mg/L
4. Table contains HCL data. EDL sensitivity values approximately the same.

Cuadro No. 14 Standard Flame Emission Conditions for Zn

Wavelength	Slit	Flame
(nm)	(nm)	
213.9	0.2	Nitrous oxide-acetylene

Stock Standard Solution.

ZINC, 500 mg/L. Dissolve 0.500g of zinc metal in a minimum volume of (1+1) HCL and dilute to 1 liter with 1% (v/v) HCL.

Light Sources.

Both Electrodeless Discharge Lamp (EDLs) and Hollow Cathode Lamp are available for zinc. EDLs provide greater light output and longer life than Hollow Cathode Lamps. For zinc, both EDLs and Hollow cathode lamps provide approximately the same sensitivity and detection limit.

Cuadro No. 15 Standard Atomic Absorption Conditions for Pb.

wavelength	Slit	Relative noise	Characteristics concentration	Characteristics concentrations check	Linear range
(nm)	(nm)		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
283.3	0.7	0.43	0.45	20.0	20.0
217.0	0.7	1.0	0.19	9.0	20.0
205.3	0.7	1.4	5.4	250.0	---
202.2	0.7	1.8	7.1	350.0	---
261.4	0.7	0.35	11.0	500.0	---
368.3	0.7	0.40	27.0	1200.0	---
364.0	0.7	0.33	67.0	3000.0	---

1. Recommended Flamer air-acetylene, oxidizing (lean,blue)
2. Data obtained with a standard nebulizer and flow spoiler. Operation with a High sensitivity nebulizer or impact bead will typically provide a 2-3 x Sensitivity improvement.
3. Characteristics Concentrations with a N₂O-C₂H₂ flame at 283.3 nm: 2.7 mg/L
4. Table contains HCL data. EDL sensitivity values approximately the same

Cuadro No. 16 Standard Flame Emission Conditions for Pb

Wavelength	Slit	Flame
(nm)	(nm)	
405.8	0.2	Nitrous oxide-acetylene

Stock Standard Solution.

LEAD, 1000 mg/L. Dissolve 1.598 g lead nitrate, Pb(NO₃)₂ in 1% (v/v) HNO₃, and dilute to 1 liter with 1% (v/v) HNO₃.

This element is toxic and should be with extra care

Light Sources.

Both Electrodeless Discharge Lamp (EDLs) and Hollow Cathode Lamp are available for lead. EDLs provide greater light output and longer life than Hollow Cathode Lamps. For lead, both EDLs and Hollow cathode lamps provide approximately the same sensitivity and detection limit. With multielement lamps containing copper, the Cu 216.5 nm resonance line may interfere with lead determinations at the lead 217.0 nm line. The lead 283.3 nm line should be used instead.

Interferences.

Large excesses of other elements (e.g. 10,000 mg/L Fe) may interfere with the lead signal.

Cuadro No. 17 Standard Atomic Absorption Conditions for Mn.

Wavelength	slit	Relative noise	Characteristic concentration	Characteristic concentration check	Linear range
(nm)	(nm)		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
279.5	0.2	1.0	0.052	2.5	2.0
279.8	0.2	0.77	0.067	3.0	5.0
280.1	0.2	0.88	0.11	5.0	5.0
403.1	0.2	1.1	0.51	25.0	---

1. Recommended Flame: air – acetylene, oxidizing (lean, blue)
2. Data obtained with a standard nebulizer and flow spoiler. Operation with a High sensitivity nebulizer or impact bead will typically provide a 2-3 x sensitivity improvement.
3. Characteristic Concentration with a $N_2O-C_2H_2$ flame at 279.5 nm: 0.28 mg/L

Cuadro No. 18 Standard Flame Emission Conditions for Mn

Wavelength	Slit	Flame
(nm)	(nm)	
403.1	0.2	Nitrous oxide-acetylene

Stock Standard Solution.

MANGANESE, 1000 mg/L. Dissolve 1.000 g of manganese metal in a minimum volume of (1+1) HNO_3 . Dilute to 1 liter with 1% (v/v) HCL.

Interferences.

The manganese signal is depressed in the presence of silicon. This interference is overcome by the addition of 0.2 % $CaCl_2$. Large excesses of the other elements may interfere with the manganese signal (e.g 10.000 mg/L Fe increases the signal).

Cuadro No. 19 Standard Atomic Absorption Conditions for Fe.

Wavelength	Slit	Relative noise	Characteristic concentration	Characteristic concentration check	Linear range
(nm)	(nm)		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
248.3	0.2	1.0	0.11	6.0	6.0
252.3	0.2	0.70	0.18	8.0	10.0
248.8	0.2	0.85	0.19	9.0	10.0
302.1	0.2	0.46	0.40	20.0	10.0
296.7	0.2	0.53	0.81	40.0	20.0
246.3	0.2	0.73	1.1	65.0	20.0
305.9	0.2	0.40	2.4	100.0	---
346.6	0.2	0.52	10.0	500.0	---

1. Recommended Flame: air – acetylene, oxidizing (lean, blue)
2. Data obtained with a standard nebulizer and flow spoiler. Operation with a High sensitivity nebulizer or impact bead will typically provide a 2-3 x sensitivity improvement.
3. Characteristic Concentration with a N₂O-C₂H₂ flame at 248.3 nm: 0.43 mg/L

Cuadro No. 20 Standard Flame Emission Conditions for Fe.

Wavelength	Slit	Flame
(nm)	(nm)	
372.0	0.2	Nitrous oxide-acetylene

Stock Standard Solution.

IRON, 1000 mg/L. Dissolve 1.000 g of manganese metal in a minimum volume of (1+1) HNO₃. Dilute to 1 liter with 1% (v/v) HCL.

Interferences.

When iron is determined in the presence of cobalt, copper and nickel, a reduction in sensitivity is observed. These interferences are strongly dependent on flame conditions, and can be controlled by using a very lean (hot) flame. Silicon depresses the iron signal, and can be overcome by the addition of 0.2 % calcium chloride. Many interferences can be reduced or eliminated in a nitrous oxide-acetylene flame, but sensitivity will be reduced.

ANEXO No. 5

PASOS PARA LA TECNICA DE FILTRACION POR MEMBRANA

PASOS PARA LA TECNICA DE FILTRACION POR MEMBRANA.

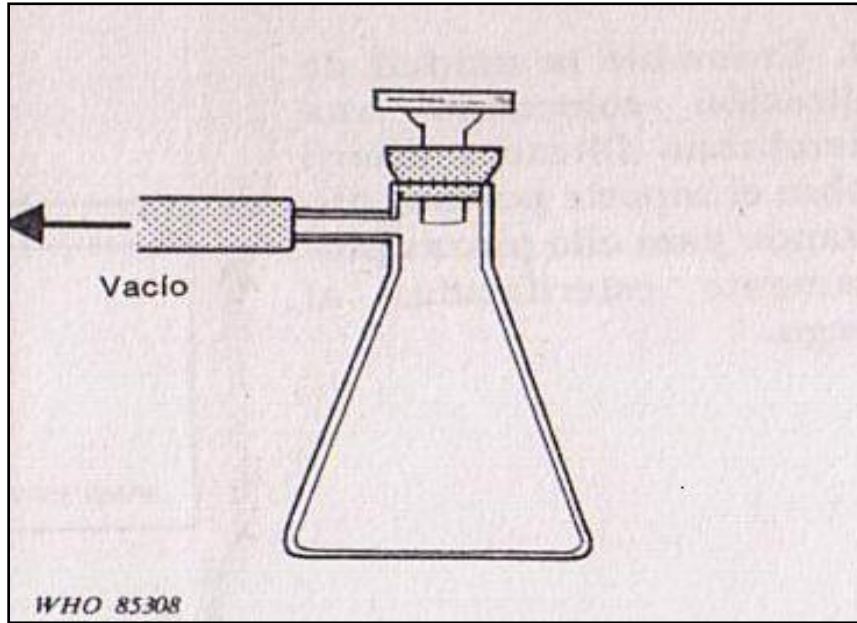


Fig. No. 2 Conexión del quitazato a la bomba de vacío

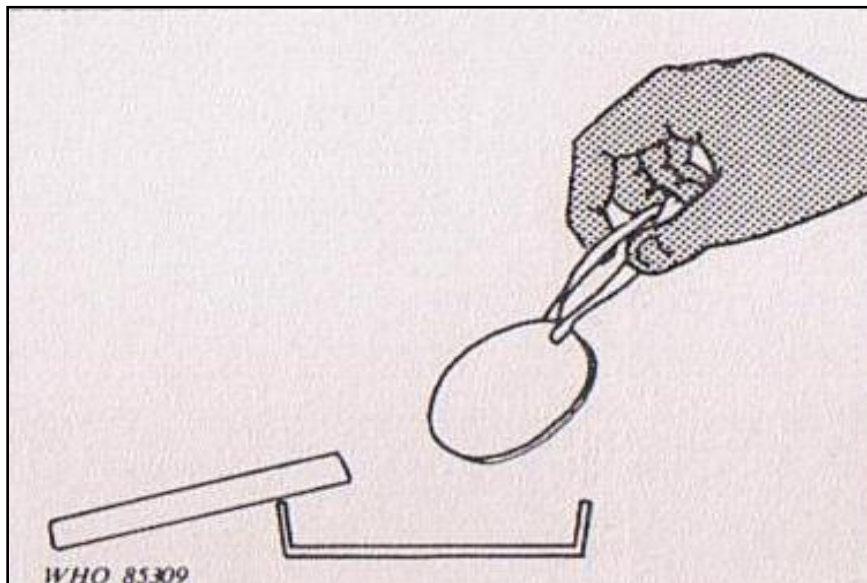


Fig. No. 3 Abertura de la caja petri y colocación de la almohadilla

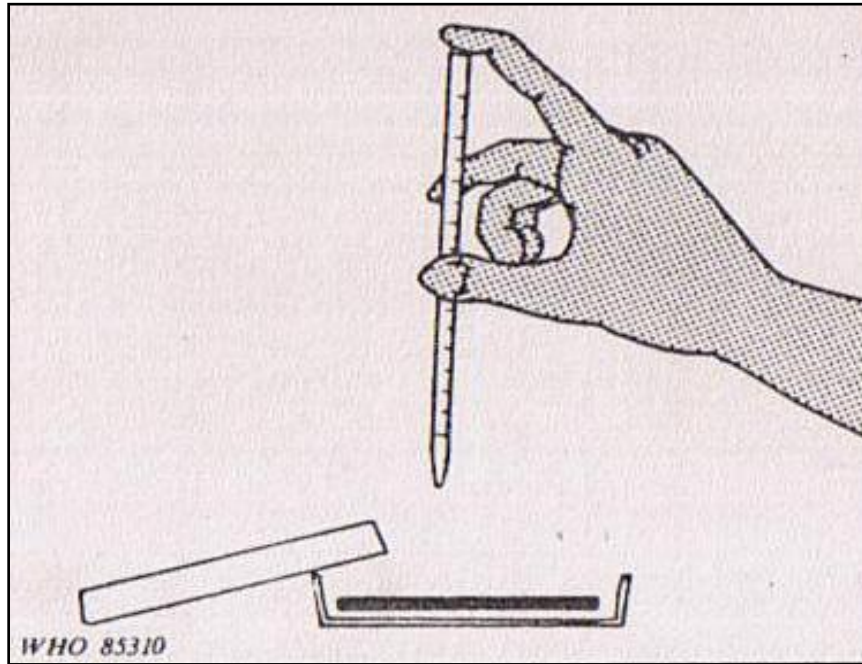


Fig. No.4 Agregación del caldo selectivo

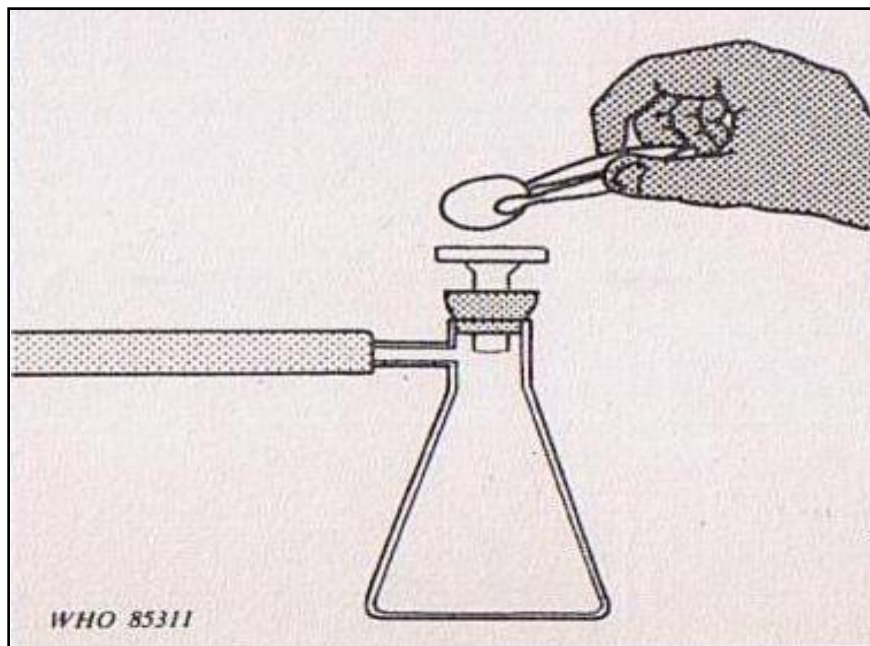


Fig. No.5 Colocación de la membrana filtrante estéril.

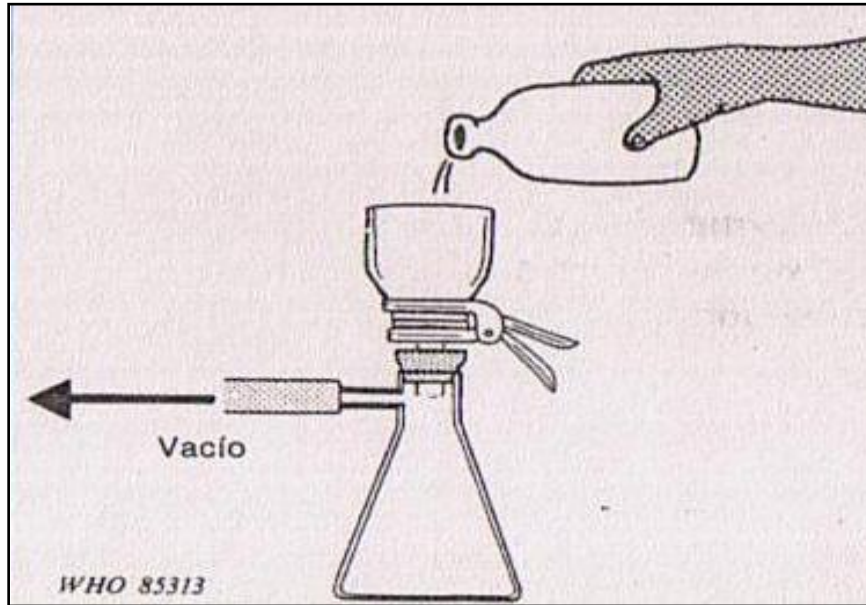


Fig. No.6 Decantación del volumen de muestra.

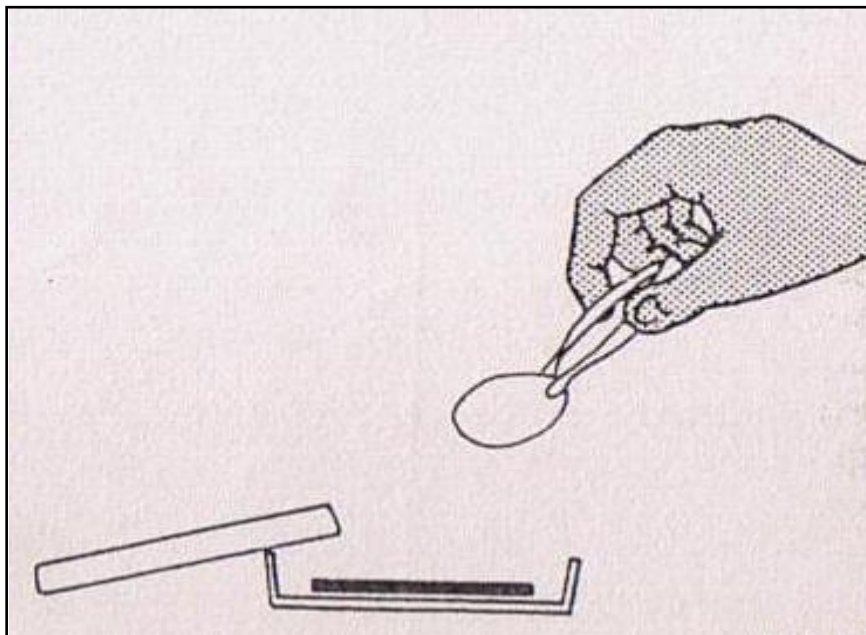


Fig. No.7 Colocación de la membrana filtrante en la caja petri sobre la almohadilla.

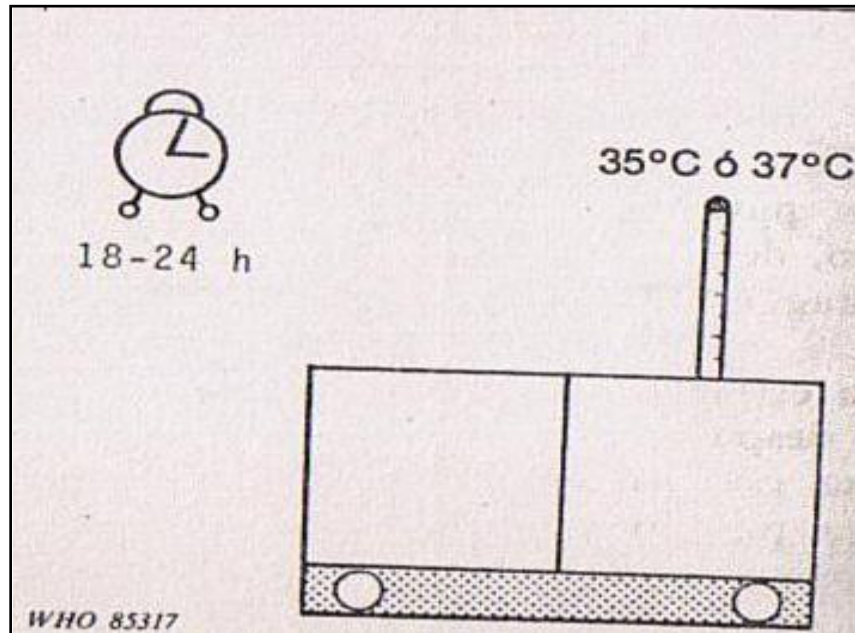


Fig. No.8 Incubación a (35-37) °C.

ANEXO No. 6

UBICACION GEOGRAFICA DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN OPICO.

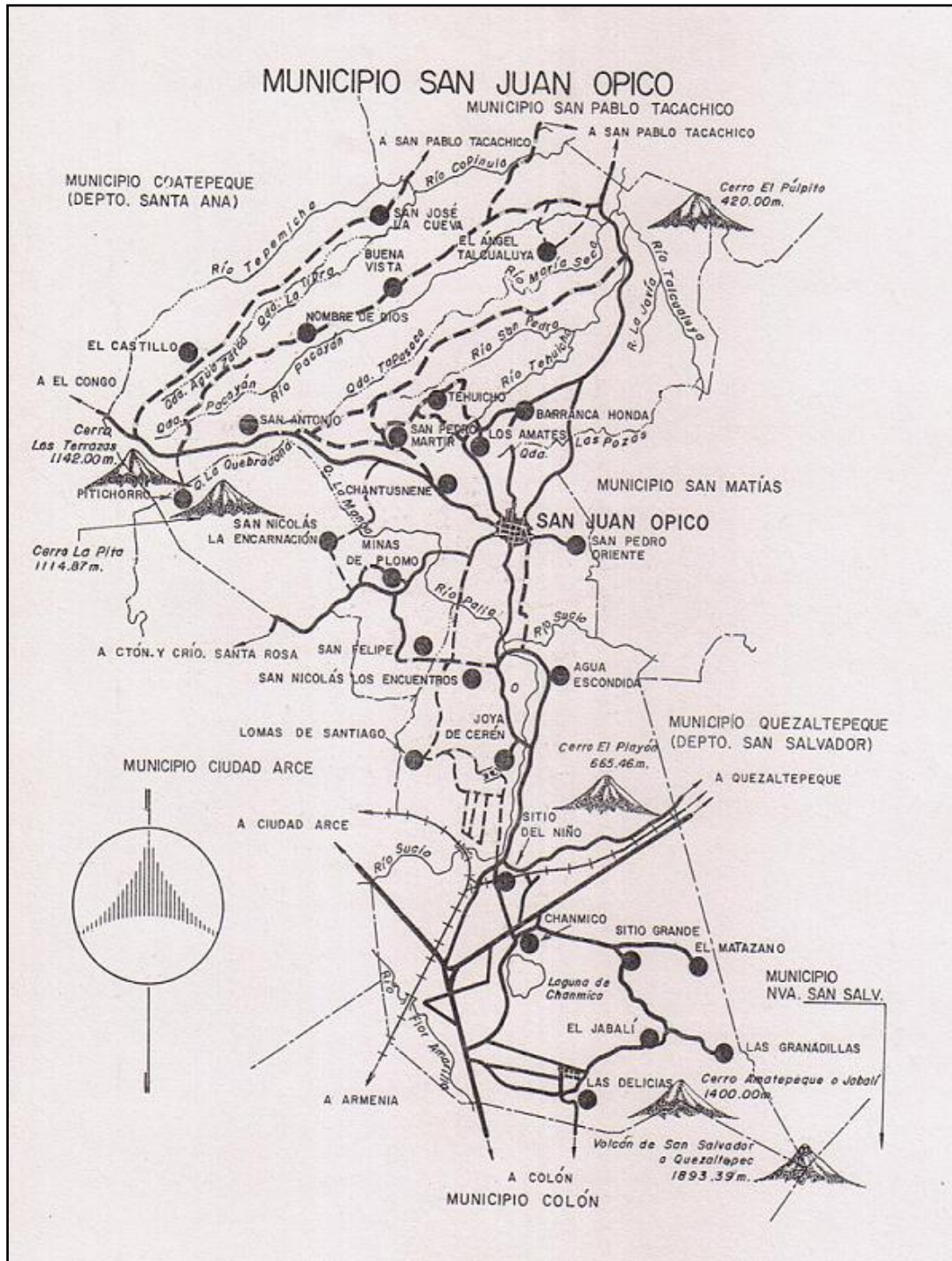


Fig. No.9 Ubicación geográfica del municipio de San Juan Opico.

ANEXO No. 7

IMAGENES DE LA PARTE EXPERIMENTAL

IMAGENES DE LA PARTE EXPERIMENTAL



Fig. No.10 Residencial Versailles.



Fig. No.11 Toma de muestra de agua de grifo.



Fig. No.12 Determinación de pH.



Fig. No. 13 Determinación de Sólidos Totales a 103-105 °C.



Fig. No.14 Determinación de Dureza.



Fig. No. 15 Espectrofotómetro de Absorción Atómica para análisis de metales

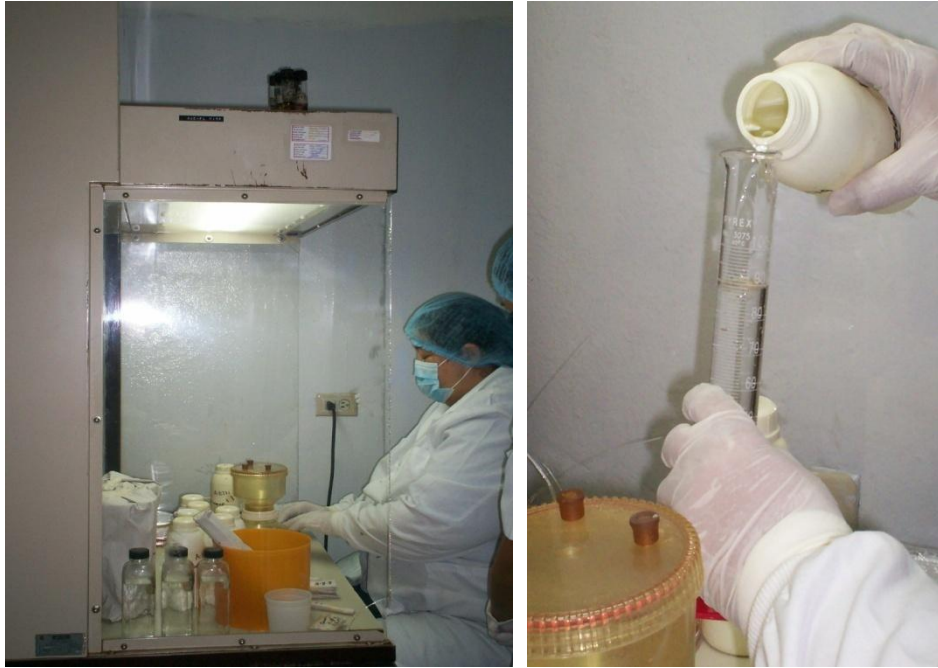


Fig. No.16 Determinación de parámetros Microbiológicos



Fig. No. 17 Equipo para el Método de Filtración por membrana

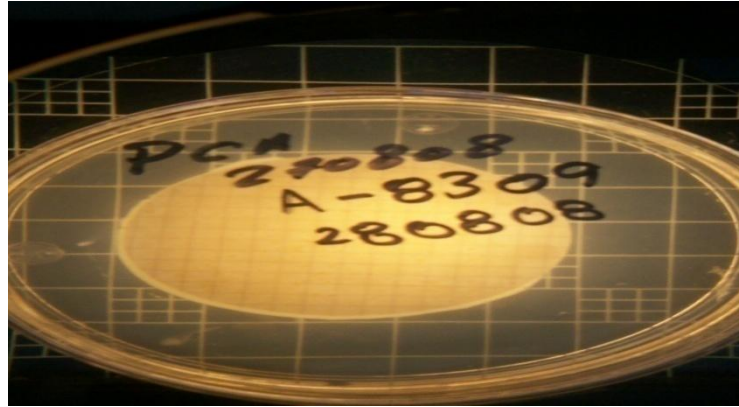


Fig. No. 18 Contador digital para las bacterias.



Fig. No. 19 Coloración de colonias

ANEXO No. 8

CALCULOS PARA DETERMINACION DE DUREZA

Cálculos para Determinación de Dureza (1):

Estandarización del EDTA:

$$N_{\text{EDTA}} = \frac{\text{g CaCO}_3}{\text{Vgastado EDTA} \times \text{mmoles EDTA}} \times \text{alícuota}$$

$$0.0585 \text{ g} \text{ ----- } 50 \text{ ml}$$

$$X \text{ ----- } 10 \text{ ml}$$

$$X = 0.0117 \text{ g / alícuota}$$

$$N_{\text{EDTA}} = \frac{0.0117 \text{ g}}{11.2 \text{ mL} \times 0.1006}$$

$$N_{\text{EDTA}} = 0.0104$$

$$\text{Dureza como mg de CaCO}_3/\text{L} = \frac{A \times B \times 1000}{\text{ml de muestra}}$$

Donde:

A = mL de titulación para la muestra

B = mg de CaCO₃ equivalente a 1 ml de titulante EDTA

mg de CaCO₃ equivalente a 1 ml de titulante EDTA:

$$g = 0.0104 \times 1 \text{ ml de EDTA} \times 0.1006$$

$$g = 0.001046 = 1.046 \text{ mg CaCO}_3$$

$$\text{Dureza como mg de CaCO}_3/\text{L} = \frac{1.57 \text{ ml} \times 1.046 \text{ mg} \times 1000}{10 \text{ ml}}$$

$$\text{Dureza como mg de CaCO}_3/\text{L} = 164.22$$

Calculo para Sólidos totales (1):

$$\text{mg Sólidos totales / L} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{ml de muestra}}$$

Donde:

A: peso del residuo seco más recipiente en mg.

B: peso del residuo en mg.

$$\text{mg Sólidos totales / L} = \frac{(72646.5 - 72628.2) \text{ mg} \times 1000}{20 \text{ ml}}$$

$$\text{mg Sólidos totales / L} = 915$$