

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



DETERMINACION DE LA CALIDAD FISICOQUIMICA Y
MICROBIOLOGICA DEL AGUA EN EL MANANTIAL EL TEMBLADERO
DEL MUNICIPIO DE PANCHIMALCO DEPARTAMENTO DE
SAN SALVADOR

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR
HERBERT LUIS MURILLO

16 DE FEBRERO
PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIATURA EN QUIMICA Y FARMACIA

FEBRERO 2006

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA



©2004, DERECHOS RESERVADOS

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

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

SISTEMA BIBLIOTECARIO, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTORA

DRA. MARIA ISABEL RODRIGUEZ

SECRETARIA GENERAL

LICDA. ALICIA MARGARITA RIVAS DE RECINOS

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANO

LIC. SALVADOR CASTILLO AREVALO

SECRETARIA

MSc. MIRIAN DEL CARMEN RAMOS DE AGUILAR

COMITE DE TRABAJOS DE GRADUACION

COORDINADOR GENERAL

LICDA. MARIA CONCEPCION ODETTE RAUDA ACEVEDO

ASESORAS DE AREA

DRA. GLORIA RUTH CALDERON

MSc. EVELYN S. DE RAMOS

DOCENTES DIRECTORAS

LICDA. LORENA MARGARITA RAMIREZ

LICDA. NANCY ZULEYMA GONZALES

AGRADECIMIENTOS

- A la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
A todos los docentes de la misma que participaron en mi formación profesional.
- A mis Docentes Directoras Licda. Lorena Margarita Ramírez y Licda. Nancy Zuleyma González.
- Al Comité de Trabajo de graduación Licda. Odette Rauda, MSc. Evelyn de Ramos y Dra. Gloria Ruth Calderón.
- A la Asociación Salvadoreña para el Desarrollo de Planes de Renderos (ASPADEPLAR).
- A los Laboratoristas de la Facultad de Química y Farmacia por su colaboración en cada una de las prácticas.
- Al personal administrativo por su valiosa colaboración.

-Al Laboratorio de Medio Ambiente de la Universidad Técnica Latinoamericana (UTLA) por permitirme realizar los análisis en sus instalaciones.

- A todas las personas que de alguna manera ayudaron para la elaboración de este trabajo.

DEDICATORIAS

- A Dios todopoderoso por darme la oportunidad de poder culminar mis estudios satisfactoriamente, a pesar de todas las adversidades que se presentan en el camino.
- A mi madre Berta Alicia por haberme proveído los medios que con tanto sacrificio logró darme para que pudiera lograr mis sueños de realizarme profesionalmente.
- A mi esposa Marielos que fué un apoyo incondicional en todo momento, para seguir adelante y así lograr mis metas a pesar de tantas adversidades.
- A mi hermana Carmen Elena por brindarme todo su apoyo, ya que fue fundamental a la hora de los momentos difíciles.
- A mis suegros Ernesto y Maricruz por ayudarme en todo momento y darme ánimo para seguir adelante hasta completar mis estudios.
- A mi cuñada Susy que cada vez que necesitaba su ayuda nunca dudó en brindármela.

- A mi querida Mamalia, tíos, tías, primas, primos, por darme el apoyo y la confianza de culminar mis estudios.

- A mis amigos y amigas que me dieron ánimo para culminar la carrera.

Que Dios los bendiga a todos por su apoyo incondicional.

Luis Murillo

INDICE

Pág

Resumen

Capítulo

I. Introducción	XV
1. Objetivos	20
1.1 Objetivo General	20
1.2 Objetivo Específicos	20
II. Marco Teórico	
2.1 Generalidades del Agua	21
2.2 Situación del agua en El Salvador	22
2.3 Agua Potable	24
2.4 Origen y tipo de contaminación del agua	25
2.5 Parámetros Fisicoquímicos determinados en el agua	28
2.6 Parámetros Microbiológicos determinados en el agua	38
2.7 Clasificación de las aguas según el tratamiento para su potabilización	40
III. Metodología	
3.1 Diseño Metodológico	43
3.2 Parte Experimental procedimientos para la determinación de los parámetros Fisicoquímicos y microbiológicos	45

IV. Resultados y Análisis de Resultados	
4.1 Resultados y análisis de encuesta	67
4.2 Resultados Fisicoquímicos	81
4.2.1 Resultados Demanda Bioquímica de Oxígeno(DBO5)	81
4.2.2 Resultados Demanda Química de Oxígeno	82
4.2.3 Resultados Oxígeno Disuelto	83
4.2.4 Resultados de Hierro	84
4.2.5 Resultados de Fosfatos	85
4.2.6 Resultados de Sulfatos	86
4.2.7 Resultados de pH	87
4.2.8 Resultados de Nitrógeno Amoniacal	88
4.2.9 Resultados de Sólidos Totales	89
4.2.10 Resultados de Sólidos Disueltos	90
4.2.11 Resultados de Sólidos Suspendidos	91
4.2.12 Resultados de Dureza	92
4.2.13 Resultados de Turbidez	93
4.2.14 Resultados de Conductividad Eléctrica	94
4.2.15 Resultados de Demanda de Cloro	95
4.3 Resultados Microbiológicos	96
V. Conclusiones	99
VI. Recomendaciones	101
Bibliografía	
Glosario	
Anexos	

INDICE DE CUADROS

Cuadro N°	pág.
1. Enfermedades hídricas	26
2. Valores máximos admitidos para parámetros	
Fisicoquímicos	37
3. Valores máximos admitidos para parámetros	
Microbiológicos	40
4. Determinación colorimétrica para la demanda química de oxígeno.	49
5. Resultados Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	81
6. Resultados Demanda Química de Oxígeno (DQO)	82
7. Resultados Oxígeno Disuelto	83
8. Resultados de Hierro	84
9. Resultados de Fosfatos	85
10. Resultados de Sulfatos	86
11. Resultados de pH	87
12. Resultados de Nitrógeno Amoniacal	88
13. Resultados de Sólidos Totales	89
14. Resultados de Sólidos Disueltos	90
15. Resultados de Sólidos Suspendidos	91
16. Resultados de Dureza	92
17. Resultados de Turbidez	93
18. Resultados de Conductividad Eléctrica	94
19. Resultados de Demanda de Cloro	95
20. Resultados Microbiológicos Muestra N 1	96
21. Resultados Microbiológicos Muestra N 2	96
22. Resultados Microbiológicos Muestra N 3	96
23. Resultados Microbiológicos Muestra N 4	96
24. Resultados Microbiológicos Muestra N 5	96

25. Resultados Microbiológicos Muestra N	6	97
26. Resultados Microbiológicos Muestra N	7	97
27. Resultados Microbiológicos Muestra N	8	97
28. Resultados Microbiológicos Muestra N	9	97
29. Resultados Microbiológicos Muestra N	10	97

INDICE DE FIGURAS

Figura N°		pág.
1.	Número de habitantes vrs. Población	68
2.	Clasificación de edades vrs. Población	69
3.	Consumo de agua del manantial vrs. Cantidad de familias	70
4.	Consumo de agua de pozo vrs. Cantidad de familias	71
5.	Consumo de agua de otro manantial vrs. Cantidad de Familias	72
6.	Cantidad de familias que hierven el agua	73
7.	Tipo de tratamiento que aplican al agua	74
8.	Presencia de características organolépticas	75
9.	Presencia de dolor abdominal	76
10.	Padecimiento de diarrea	77
11.	Frecuencia de diarrea	78
12.	Enfermedades más comunes	79
13.	Historial laboral	80

RESUMEN

El trabajo de graduación $\frac{1}{2}$ Determinación de la Calidad Fisicoquímica y Microbiológica del Agua en el Manantial El Tembladero del Municipio de Panchimalco departamento de San Salvador $\frac{1}{2}$ constituye un aporte a la Asociación Salvadoreña de Los Planes de Renderos (ASPADEPLAR) para contribuir al proyecto de potabilización del agua para los caseríos El Amayón, Las Morenas, Los Valles, Los Amates, aledaños a dicho manantial. Se realizó una encuesta a los habitantes de los caseríos en mención con el objetivo principal de conocer el manantial del que se abastecían de agua y detectar si existían enfermedades asociadas con el agua (Enfermedades Hídricas).

Encontrándose que el 85% se abastecen del manantial El Tembladero.

De las enfermedades que se presentan en la población la mayoría no están relacionadas con el consumo de agua a excepción de las enfermedades gastrointestinales que probablemente está relacionado con el consumo de agua.

Para caracterizar el agua de Manantial El Tembladero se realizaron los análisis más representativos que la Norma Salvadoreña Obligatoria Para el Agua Potable N° 13.07.01:99, recomienda como indicadores de la calidad del agua.

Los análisis fisicoquímicos efectuados fueron: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Oxígeno Disuelto

(OD), Hierro, Fosfatos, Sulfatos, Potencial de Hidrógeno (pH), Nitrógeno Amoniacal, Sólidos Totales, Sólidos Disueltos, Sólidos Suspendidos, Dureza, Turbidez, Conductividad. Y los análisis microbiológicos: Coliformes Totales y Coliformes Fecales.

Los resultados obtenidos se evaluaron de acuerdo a los rangos establecidos en la Norma Salvadoreña Obligatoria 13.07.01:99 de El Salvador.

Encontrándose que cumple con los parámetros de Hierro, Sulfatos, pH, Nitrógeno Amoniacal, Dureza y Conductividad eléctrica, no así con el resto de parámetros fisicoquímicos, ni con las pruebas microbiológicas realizadas. Por lo que de acuerdo a los resultados obtenidos de agua del Manantial El Tembladero en su estado natural no es apta para el consumo humano, ya que no cumple con todos los requerimientos exigidos por la Norma Salvadoreña Obligatoria para el Agua Potable.

Con todo lo anterior este trabajo contribuye significativamente para la toma de decisiones a las autoridades de la zona en el proyecto de potabilización del agua, que ayudará a mejoras sanitarias en la población.

INTRODUCCION

El presente trabajo contiene un estudio de la caracterización del agua del Manantial El Tembladero del Municipio de Panchimalco en el departamento de San Salvador.

Realizándose los análisis fisicoquímicos y microbiológicos más representativos que la Norma Salvadoreña Obligatoria para el Agua Potable de El Salvador, recomienda como indicadores de la calidad del agua.

Dicho estudio constituye un aporte fundamental para verificar la calidad del agua que consumen los habitantes de los caseríos El Amayón, Las Morenas, Los Valles, Los Amates, aledaños a dicho manantial.

El estudio se llevó a cabo durante el período comprendido entre el 23 Marzo al 7 Agosto de 2003, para incluir las épocas lluviosa y seca que son predominantes en el País.

Los análisis fisicoquímicos efectuados fueron: Demanda Bioquímica de Oxígeno(DBO_5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Oxígeno Disuelto (OD), Hierro, Fosfatos, Sulfatos, pH, Nitrógeno Amoniacal, Sólidos Totales, Sólidos Disueltos, Sólidos Suspendidos, Dureza, Turbidez, Conductividad y Demanda de Cloro.

Los análisis microbiológicos determinados en este estudio fueron: Coliformes Totales y Coliformes Fecales.

Así mismo se realizó una encuesta con la finalidad de recolectar información referente al tipo de población de la zona, las costumbres sobre abastecimiento de agua, tratamientos caseros aplicados al agua y sobre el padecimiento de enfermedades que puedan estar vinculadas con el consumo de agua.

Los resultados del estudio han sido entregados a la Organización no Gubernamental “Asociación para el Desarrollo de Los Planes de Renderos” (ASPADEPLAR) que utilizará en la elaboración de un proyecto de recolección, tratamiento y distribución del agua de dicho Manantial que beneficiará a los habitantes de los caseríos en mención.

El presente trabajo está dividido en 7 capítulos .

El primer capítulo comprende los objetivos tanto general como específicos, en los cuales se detallan cada uno de los pasos a seguir para el desarrollo del presente trabajo.

El segundo capítulo comprende el marco teórico, el cual indica la situación del agua en el país, cuadro resumen de enfermedades hídricas así como también la situación del agua en la zona donde está ubicado el manantial El Tembladero y además generalidades del agua.

El capítulo tres comprende la metodología, en la cual se indica cuales han sido las marchas analíticas utilizadas para el desarrollo del siguiente estudio.

El capítulo cuatro comprende los resultados obtenidos en la encuesta con sus respectivos cuadros y gráficos.

El capítulo cinco comprende los resultados obtenidos en las diferentes marchas analíticas que fueron utilizadas para el desarrollo del presente trabajo.

El capítulo seis comprende los análisis de los resultados que se obtuvieron en las diferentes marchas analíticas utilizadas para determinar la calidad del agua del manantial El Tembladero, así como también las diferentes conclusiones y recomendaciones planteadas de acuerdo a los resultados obtenidos.

CAPITULO I

OBJETIVOS

1.0 OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua del manantial El Tembladero del municipio de Panchimalco departamento de San Salvador.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1.2.1 Recopilar información mediante encuestas para conocer el consumo de agua y enfermedades gastrointestinales de la población de los caseríos aledaños al manantial el Tembladero.

1.2.2 Investigar el posible grado de contaminación del manantial a través de la realización de los siguientes parámetros :

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Oxígeno Disuelto (OD)

1.2.3 Complementar la información mediante la realización de parámetros representativos fisicoquímicos y microbiológicos especificados en la Norma Salvadoreña Obligatoria para el Agua Potable : NSO

13.07.01:9

Hierro

Fosfatos

Sulfatos

Potencial de Hidrógeno (pH)

Nitrógeno Amoniacal

Sólidos Totales

Sólidos Disueltos

Sólidos Suspendidos

Dureza

Turbidez

Conductividad

1.2.4 Determinar los siguientes parámetros microbiológicos de la Norma

Salvadoreña Obligatoria para el Agua Potable : NSO 13.07.01:99

Coliformes Totales

Coliformes fecales

1.2.5 Determinar la demanda de Cloro del agua del Manantial El Tembladero

y recomendar la dosis necesaria como tratamiento de potabilización.

1.2.6 Proporcionar datos que sirvan de base a la Asociación para el

Desarrollo de Planes de Renderos (ASPADEPLAR) para tomar las medidas y acciones pertinentes de acuerdo a sus proyectos.

CAPITULO II
MARCO TEORICO

MARCO TEORICO

2.1 GENERALIDADES DEL AGUA

El agua es el compuesto químico de mayor importancia en la superficie terrestre y está formado por la combinación de un volumen de Oxígeno y dos de Hidrógeno (H_2O), es un líquido, inodoro, insípido, incoloro en pequeñas cantidades y verdoso en grandes masas. Se solidifica a $0^{\circ}C$ y hierve a $100^{\circ}C$. Cubre aproximadamente las tres cuartas partes de la superficie terrestre. Forma la lluvia, las fuentes, los ríos, los lagos y los mares. Constituye del 50% al 90% de peso, de todas las plantas y animales. Se sabe que el origen de la vida estuvo en el agua, donde se desarrollaron los primeros organismos que al evolucionar pudieron colonizar la tierra.

El agua que obtenemos en la naturaleza no es químicamente pura, las aguas de consumo provienen del subsuelo y al pasar por diferentes estratos de la corteza terrestre arrastran sustancias de diferente naturaleza, algunas como el Flúor y el Yodo son provechosas para el hombre, otras aunque no llegan a ser perjudiciales, producen colores, olores ó sabores desagradables.

Los manantiales son el punto donde desagua un manto acuífero en el lugar en que éste corta la superficie terrestre.

Según su origen las aguas se pueden clasificar en: aguas superficiales, aguas subterráneas, aguas industriales, aguas residuales, aguas de riego, aguas lluvias.

El agua no tratada se llama “agua natural” y el agua tratada se llama “agua depurada”.

El agua es un líquido vital para la vida, presentando una diversidad de usos como son consumo humano, uso industrial, uso agrícola, preservación de flora y fauna, usos recreativos, entre otros.

El agua para consumo humano debe cumplir con ciertas características fisicoquímicas y microbiológicas que la hagan apta para ello.

2.2 SITUACION DEL AGUA EN EL SALVADOR (13)

La población de El Salvador es de seis millones de habitantes; 45% del total, se asienta en áreas urbanas y 55% áreas rurales. La tasa de crecimiento demográfico fue de 2,5%, de acuerdo al censo de 1992. El grado de dispersión de la población es grande (41% del territorio nacional cuenta con una densidad menor a 120 hab/km²) lo que implica dificultades para la dotación de servicios de agua potable y saneamiento.

Con referencia a la situación de salud, se observa que las enfermedades de mayor incidencia son las provocadas por la ingestión de agua o de alimentos contaminados; por su parte, el cólera apareció en el país en 1991 registrando un número alarmante de casos en comparación con otros países de la región centroamericana.



Topográficamente, el país se divide en tres regiones, con variaciones de altitud de 0 a 2.700 m sobre el nivel del mar: la región montañosa del norte, la región de la depresión central, con valles y altiplanos, y la región costera. Estas características tienen incidencia sobre los costos asociados con proyectos de abastecimiento de agua debido a que en algunos casos, son necesarios equipos de bombeo, alcantarillado sanitario y líneas de conducción demasiado largas. La región costera presenta inconvenientes para la dotación de saneamiento con alcantarillado debido a su limitada variación topográfica, necesitándose hacer grandes excavaciones para conseguir la pendiente necesaria.

La distribución de los recursos hídricos es desigual debido a los contrastes topográficos y climáticos; esto a la vez tiene incidencia sobre el abastecimiento de agua. Además, debido a la unidad hidrogeológica predominante compuesta de materiales volcánicos con reducida capacidad de regulación de los flujos, durante la época húmeda se escurre 84.3% de los recursos hídricos del país, registrándose sequías durante la temporada seca.

Debido a que 90% del agua superficial se encuentra altamente contaminada por desechos orgánicos, agroquímicos, industriales, y a que existe un nivel de erosión desproporcionado, por la tala irracional de los bosques, el agua subterránea es captada en su mayoría para uso humano.

SITUACION DEL AGUA EN LA ZONA DEL MANANTIAL EL TEMBLADERO

Los caseríos El Amayón, Las Morenas, Los Valles, Los Amates, del municipio de Panchimalco departamento de San Salvador, se encuentran cercanos a tres manantiales, sin embargo aproximadamente un 90% de los habitantes de la zona se abastecen del manantial El tembladero, por tener una mejor ubicación y ser más abundante, ya que no cuentan con los servicios que ofrece la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA).

2.3 AGUA POTABLE

Es el agua apta para el consumo humano. La cual debe estar exenta de organismos capaces de causar enfermedades, de minerales y de sustancias orgánicas que provoquen efectos fisiológicos perjudiciales. Es por esto que varias organizaciones a nivel mundial como la Organización Panamericana de la Salud (OPS), Organización Mundial de la Salud (OMS), Servicio de Sanidad Pública de los Estados Unidos (USPHS) y Organizaciones regionales, han trabajado para determinar parámetros y límites de medición y uso de agua potable, que varían un poco de acuerdo a la región y a exigencias o normativas de cada país.

En El Salvador para que el agua se considere potable, es decir apta para el consumo humano, debe cumplir con los rangos para los aspectos

fisicoquímicos y microbiológicos, establecidos por la Norma Salvadoreña Obligatoria Para El Agua Potable 13.07.01:99

2.4 ORIGEN Y TIPO DE CONTAMINACION DE AGUA

La contaminación del agua es toda alteración de las características Fisicoquímicas y Microbiológicas que pueden perjudicar o poner en riesgo la salud de aquellos que hacen uso de ésta.

La contaminación del agua puede tener varios orígenes :

- Industrial: Lavado de Calderas ,Tóxicos vertidos a la zona del Río o Pozo, sin previo tratamiento.
- Doméstica: Aguas domésticas.
- Agropecuario: Residuos de estiércol, plaguicidas y fertilizantes.
- Natural: Agua lluvias, Restos animales.

La ingestión de agua contaminada puede causar grandes daños a la salud. En el siguiente cuadro se detallan algunas enfermedades conocidas como enfermedades hídricas.

CUADRO Nº 1 ENFERMEDADES HIDRICAS

Enfermedades asociadas al agua				
Enfermedad	Causa y forma de transmisión	Zona geográfica	Número de casos	Muertes al año
<i>Disentería por amebas</i>	Protozoario que se transmite por vía fecal-oral en agua contaminada, comida o por contacto de persona a persona	todo el planeta	500 millones por año	*
<i>Disentería por bacilo</i>	Bacteria que se transmite por vía fecal-oral en agua contaminada, comida o por contacto de persona a persona.	todo el planeta	*	*
<i>Diarrea (incluye la disentería por amebas y por bacilo)</i>	Varios tipos de bacteria, virus y protozoarios que se transmiten por vía fecal-oral en agua contaminada, comida o por contacto de persona a persona.	todo el planeta	4 mil millones	3-4 millones
<i>Cólera</i>	Bacteria que se transmite por vía fecal-oral en agua contaminada, comida o por contacto de persona a persona.	América Latina, África, Asia	384,000 por año	20,000
<i>Hepatitis A</i>	Virus que se transmite por vía fecal-oral en agua contaminada, comida o por contacto de persona a persona.	todo el planeta	600,000 a 3 millones por año	2,400 a 12,000
<i>Paratifoidea y tifoidea</i>	Bacteria que se transmite por vía fecal-oral en agua contaminada, comida o por contacto de persona a persona.	80% en Asia; 20% en América, África	16 millones generalmente	600,000

<i>Polio</i>	Virus que se trasmite por vía fecal-oral en agua contaminada, comida o por contacto de persona a persona.	66% en India; 34% en Medio Oriente, Asia, Africa	82,000 generalmente	9,000
<i>Enfermedades</i>	<i>contagiosas</i>	<i>trasmitidas por</i>	<i>agua</i>	
<i>Ascariasis</i>	Huevos fertilizados presentes en el excremento humano. Larvas desarrolladas en suelos templados. Al ingerir tierra con desechos humanos en la comida la larva penetran a través de la pared del intestino donde llegan a maduración.	Africa, Asia, América Latina	250 millones generalmente	60,000
<i>Paragonimiasis</i>	Lombriz que se aloja y deposita sus huevos en los pulmones humanos. Los huevos se transmiten a través de las heces fecales y se rompen al entrar en contacto con el agua fresca. Las larvas encuentran una serpiente huésped donde se reproducen y luego se trasladan a cangrejos y otros crustáceos. Los humanos las ingieren en mariscos crudos.	Lejano Oriente, América Latina	5 millones generalmente	No reportado
<i>Vectores</i>	<i>contagiosos</i>			
<i>Dengue</i>	Virus transportado por un mosquito que lo inyecta en la sangre humana.	Todas las zonas tropicales, principalmente Asia, Centro y Sudamérica	50-100 millones al año	24,000
<i>Filariasis (incluye elefantiasis)</i>	Lombriz que se desarrolla en un mosquito, el cual inyecta la larva al ser humano y se hospeda en el sistema linfático donde se reproduce.	Africa, Mediterráneo Oriental, Asia, Sudamérica	120 millones generalmente	No reportado

<i>Malaria</i>	Protozooario que se trasmite a través de la saliva y la picadura de un mosquito portador. Los parásitos se transportan en el torrente sanguíneo hacia el hígado humano donde se reproduce.	Africa, Sudeste de Asia, India, Sudamérica	300-500 millones al año (casos clínicos)	2 millones
<i>Onchocerciasis</i>	Larvas de lombrices que se desarrollan en moscas negras, las cuales los transmiten a los humanos mediante picadura.	Africa subsahariana, América Latina	18 millones generalmente	No reportado**

^aNúmero de casos reportados como incidencia ("por año")—el número de nuevos casos ocurridos en un año —o como prevalencia ("generalmente")—el número de casos existentes en un periodo de tiempo.

* Incluida en diarrea contagiosa

** No causa muertes, pero unos 270,000 de los casos reportados producen ceguera anualmente.

NA = no disponible

Fuente: OMS 1996 (205) excepto disentería amebiasis, disentería por bacilo, dracunculiasis y dengue tomados de OSM 1998 (200); y clonorchiasis y paragonimiasis de Muller & Morera 1994 (119)

2.5. PARAMETROS FISICOQUIMICOS DETERMINADOS EN EL AGUA

a) DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO

Esta prueba es muy usada para determinar el grado de contaminación de desechos domésticos e industriales en términos del Oxígeno que ellos requieran si son descargados en un agua natural, en la cual existen condiciones anaeróbicas. La prueba es una de las más importantes en las actividades de control de la contaminación. Por su uso, es posible determinar el grado de contaminación en corrientes a cualquier tiempo. Entre más grande sea la carga orgánica desechada a un cuerpo de agua,

mayor será la necesidad de Oxígeno para su descomposición, por lo tanto habrá una baja en el Oxígeno disuelto creando condiciones que van en detrimento de la vida acuática y otros usos benéficos.

Las aguas naturales presentan en promedio un valor de 2 a 4 mg/L de DBO₅, pero esta se ve aumentada hasta valores de mas de 300 a 2000 mg/L.

b) DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO

Es una determinación que representa una medida del Oxígeno equivalente de la fracción de la materia orgánica que es susceptible de oxidación por un agente químico fuerte. La importancia de la determinación de este parámetro radica en que es aplicable para estudios de corrientes y desechos industriales ya que es una medición rápida.

En aguas superficiales libres de contaminación el valor de la DQO es de 20 mg/L aproximadamente, llegando a alcanzar valores de 250 mg/L cuando recibe descargas de aguas residuales.

c) OXIGENO DISUELTO

El Oxígeno es un elemento muy importante en el control de la calidad del agua. Su presencia es esencial para mantener las formas superiores de vida biológica y el efecto de una descarga de desechos en un río se

determina principalmente por el balance de Oxígeno del sistema. Desafortunadamente el Oxígeno es poco soluble en el agua.

Las aguas superficiales limpias normalmente están saturadas con Oxígeno disuelto, pero la demanda de Oxígeno de los desechos orgánicos puede consumirlo rápidamente. Los peces ordinarios no existirían por debajo de 2 mg/L de OD y además las aguas saturadas de Oxígeno tienen un sabor agradable.

d) HIERRO

El Hierro en las aguas superficiales, por lo general, se presenta en estado Férrico (Fe III). La concentración de Hierro en agua bien aireada rara vez es alta, pero bajo condiciones reductoras pueden existir en algunas aguas subterráneas, lagos o estanques, y en ausencia de Sulfuro y Carbonato, pueden encontrarse concentraciones de Hierro superiores a 1 mg/L en aguas subterráneas. La presencia de Hierro en las aguas naturales puede ser consecuencia de la disolución de rocas y minerales, del drenaje ácido de las minas, de lixiviaciones en rellenos, de sistemas de alcantarillados o industrias que elaboran Hierro.

e) FOSFATOS

Los Fosfatos surgen de una diversidad de fuentes. Cantidades pequeñas de algunos Fosfatos condensados se añaden a unos suministros de agua durante el tratamiento, y se puede añadir cantidades mayores de los

suministros cuando el agua se utiliza para lavar ropa y otras limpiezas, ya que son los componentes principales de muchos preparados comerciales para la limpieza. Los Ortofosfatos aplicados como fertilizantes a la tierra cultivada son arrastrados a las aguas superficiales con las lluvias. Los Fosfatos orgánicos se forman principalmente en procesos biológicos y son aportados a los cuerpos de agua por residuos municipales y también se pueden formar a partir de los Ortofosfatos durante los procesos de tratamiento biológicos o por recibir la carga biológica del agua.

f) SULFATOS

La mayoría de Sulfatos son solubles en el agua, con excepción de los sulfatos de Plomo, Bario y Estroncio. El Sulfato disuelto se considera como un soluto permanente del agua. Sin embargo, se puede reducir a Sulfuro, volatilizado al aire como H_2 , precipitado como una sal insoluble o incorporado en organismos vivientes.

Los Sulfatos llegan al medio acuático por los desechos provenientes de una multiplicidad de industrias. El Bióxido de Azufre atmosférico (SO_2), que se forma por la quemadura de combustibles fósiles y se emite por los métodos de calcinación metalúrgica puede también contribuir al contenido de sulfatos del agua superficial. El Trióxido de Azufre (SO_3), que se reduce por la oxidación fotocatalítica o catalítica del Bióxido de Azufre, se combina con

el vapor del agua y forma el Ácido Sulfúrico, que se precipita como lluvia ácida o nieve.

g) POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)

La medida del pH es una de las pruebas mas importantes y frecuentes utilizadas en el análisis químico del agua. Prácticamente todas las fases del tratamiento del agua para suministro y residual, como la neutralización ácido – base, suavizado, control de corrosión, precipitación, coagulación y desinfección depende del pH. A una temperatura determinada, la intensidad del carácter ácido o básico de una solución viene dada por la actividad de ión Hidrógeno o pH.

En aguas naturales el valor puede variar entre los rangos de 6.5 – 8.5.

h) NITROGENO AMONICAL

El Nitrógeno es uno de los elementos más importantes para la vida, pero es muy escaso en el agua. Sus fuentes principales son el aire (asimilado por algunas algas), adobos y materia orgánica en descomposición (hojas y aguas fecales). El Nitrógeno que proviene de la descomposición de vegetales, animales y excrementos pasa por una serie de transformaciones. En el caso de los vegetales y animales, el Nitrógeno se encuentra en forma orgánica. Al llegar al agua, es rápidamente transformado en Nitrógeno Amoniacal, pasando después a Nitritos y

finalmente a Nitratos. Esas dos últimas transformaciones solamente ocurren en las aguas que contengan bastante Oxígeno disuelto, pues son efectuadas por bacterias de naturaleza aerobia llamadas nitrobacterias.

De esa forma, cuando encontramos mucho Nitrógeno Amoniacal en el agua, estamos en presencia de materiales orgánicos en descomposición y por lo tanto en un medio pobre en Oxígeno.

i) SÓLIDOS DISUELTOS

Los sólidos disueltos o salinidad total, es una medida de la cantidad de materia disuelta en el agua, determinada por evaporación de un volumen de agua previamente filtrada. Corresponde al residuo seco con filtración previa.

El origen de los sólidos disueltos puede ser múltiple, orgánico e inorgánico, tanto en aguas subterráneas como superficiales. Aunque para las aguas potables se indica un valor máximo deseable de 500 mg/L, el valor de los sólidos disueltos no es por si solo suficiente para determinar la bondad del agua. En los usos industriales la concentración elevada de sólidos disueltos puede ser objeccionable por la posible interferencia en procesos de fabricación, o como causa de espumas de calderas.

Los procesos de tratamiento son múltiples en función de la composición, incluyendo la precipitación, intercambio iónico, destilación, electrodiálisis y ósmosis inversa.

j) SÓLIDOS SUSPENDIDOS

Los sólidos en suspensión, es una medida de los sólidos sedimentables (no disueltos) que pueden ser retenidos por un filtro. Partículas como arcillas, limo y otras, aunque no lleguen a estar disueltas, son arrastradas por el agua de dos maneras: en suspensión estable (disoluciones coloidales); o en suspensión que sólo dura mientras el movimiento del agua las arrastra. Las suspendidas coloidalmente solo precipitarán después de haber sufrido coagulación o floculación (reunión de varias partículas).

Se pueden determinar pesando el residuo que queda en el filtro, después de secado. Son indeseables en las aguas de proceso porque pueden causar depósitos en las conducciones, calderas, equipos, etc. Las aguas subterráneas suelen tener menos de 1 mg/L, pero en las superficiales varía mucho en función del origen y las circunstancias de la captación. Se separan por filtración y decantación.

k) SÓLIDOS TOTALES

Los sólidos totales son la sumatoria de los sólidos disueltos y de los sólidos en suspensión.

l) DUREZA

Es la propiedad del agua que evita que el jabón haga espuma y produce incrustaciones en los sistemas de agua caliente. Es debida principalmente

a los iones metálicos Ca y Mg. No presenta riesgo para la salud, pero las desventajas económicas del agua dura incluyen un consumo excesivo de jabón y costos más altos de combustible. La dureza se expresa en términos de Carbonato de Calcio y se divide en dos formas: Dureza de Carbonato y de no Carbonato.

m) TURBIDEZ

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. Además interfiere con la mayoría de procesos a que se pueda destinar el agua.

La medición se hace por comparación con la turbidez inducida por diversas sustancias. La medición en mg / L de SiO₂ fue la más utilizada.

El fundamento del turbidímetro de Jackson es la observación de una bujía a través de una columna de agua ensayada, cuya longitud se aumenta hasta que la llama desaparece. En el nefelómetro se mide la intensidad de luz difractada al incidir un rayo luminoso sobre las partículas en suspensión y recogida sobre una célula fotoeléctrica.

La turbidez se elimina mediante procesos de coagulación, decantación y filtración.

n) CONDUCTIVIDAD

La conductividad eléctrica es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad. Es indicativa de la materia ionizable total presente en el agua. El agua pura contribuye minimamente a la conductividad, y casi en su totalidad es el resultado del movimiento de los iones de las impurezas presentes. La resistividad es la medida recíproca de la conductividad. El aparato utilizado es el conductivímetro cuyo fundamento es la medida eléctrica de la resistencia de paso de la electricidad entre las dos caras opuestas de un prisma rectangular comparada con la de una solución de KCl a la misma temperatura. La medida de la conductividad es buena forma de control de calidad de agua, siempre que:

- No se trate de contaminación orgánica por sustancias no ionizables
- Las mediciones se realizan a la misma temperatura
- La composición del agua se mantenga relativamente constante

o) DEMANDA DE CLORO

Es una medida del contenido de materia orgánica de un agua, obtenida al añadir Cloro. Inicialmente se forman compuestos de Cloro con la materia orgánica, pero que se van destruyendo al aumentar la adición. El break-point, o punto de ruptura, corresponde al inicio de la destrucción de los compuestos clorados originalmente formados. No tiene interés en la caracterización de aguas subterráneas, pero sí para las aguas superficiales.

Es importante en el tratamiento de aguas potables para determinar la cantidad de desinfectante a añadir. Se mide en mg/L de Cl₂.

Según la Norma Salvadoreña obligatoria para el agua potable 13.07.01:99 , los valores máximos admitidos para los parámetros antes mencionados son los siguientes:

CUADRO N° 2 VALORES MAXIMOS ADMITIDOS POR LA NORMA SALVADOREÑA OBLIGATORIA N° 13.07.01:19 PARA PARAMETROS FISICOQUIMICOS

PARÁMETROS	VALORES	UNIDADES
DBO	No Normado	mg / L
DQO	No Normado	mg / L
OD	No Normado	mg / L
Hierro	0.05 – 0.30	mg / L
Fosfatos	No Normado	mg / L
Sulfatos	25 - 250	mg / L
Potencial de Hidrógeno	6.0 – 8.50	
Nitrógeno Amoniacal	0.0 – 0.50	mg / L
Sólidos Totales	No Normado	mg / L
Sólidos Disueltos	300 - 600	mg / L
Sólidos Suspendidos	No Normado	mg / L
Dureza	100 - 400	mg / L
Turbidez	1 - 5	NTU
Conductividad	500 - 1600	µmho / cm
Cloro Residual	0.5 –1.0	mg / L

Donde: mg / L miligramos por litro
 NTU unidades nefelométricas
 µmho / cm micromhos por centímetro

2.6 PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS DETERMINADOS EN EL

AGUA

a) COLIFORMES TOTALES

El grupo coliforme total se define como todos los bacilos anaeróbios facultativos, gram-negativos, no formadoras de esporas, que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas en 48 horas de incubación a $35 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$.

b) COLIFORMES FECALES

Se llaman bacterias coliformes termotolerantes y son bacterias que tienen las mismas propiedades de las coliformes totales. La bacteria que representa este grupo es la *Escherichia coli*.

Idealmente el agua potable no debe contener microorganismos considerados patógenos. De igual manera, debe estar libre de bacterias indicadoras de contaminación fecal. Para asegurarse de que un abastecimiento de agua potable satisfaga . Es importante que de manera regular se examinen muestras para detectar indicadores de contaminación fecal. El primer indicador bacteriano que se recomienda para este propósito es el grupo de organismos coliformes en su conjunto. Aunque considerados como grupo estos organismos no son exclusivamente de origen fecal, ellos están siempre presentes en gran número en las heces del hombre y de otros animales de sangre caliente.

Las bacterias del grupo coliformes no son, normalmente, patógenas, pero están presentes en grandes cantidades en el intestino de los seres humanos y en consecuencia en la materia fecal. Se calcula que un ser humano adulto elimina de 50 a 400 billones de esas bacterias en cada evacuación. Su existencia permite detectar heces en el agua en concentraciones extremadamente diluídas, que son difíciles de detectar por los métodos químicos normales. De esa forma, la existencia de estas bacterias en la agua nos sugiere que esa agua recibió excrementos o aguas fecales.

Por otra parte, son los excrementos de las personas enfermas que llevan al agua o para el suelo, los microbios que causan enfermedades. Por lo tanto, si el agua recibe excrementos, ella puede, también, estar recibiendo microbios patógenos. La detección de organismos coliformes fecales (termorresistentes), en particular de *Escherichia coli*, brinda una evidencia definitiva de contaminación fecal.

Según la Norma Salvadoreña obligatoria para el agua potable 13.07.01:99 las especificaciones microbiológicas para los parámetros antes mencionados utilizando la técnica de Tubos múltiples son:

CUADRO N° 3 VALORES MAXIMOS ADMITIDOS PARA PARAMETROS

MICROBIOLOGICOS. SEGÚN NORMA SALVADOREÑA 13.07.01:99

Parámetro	Valor máximo admisible
Bacterias Coliformes Totales	< 1.1 NMP/ 100 ml
Bacterias Coliformes Fecales	Negativo

2.7 CLASIFICACION DE LAS AGUAS SEGÚN EL TRATAMIENTO PARA SU POTABILIZACION

Las aguas superficiales limpias normalmente están saturadas con oxígeno disuelto, pero la demanda de oxígeno de los desechos orgánicos puede consumirlo rápidamente. Por lo que es necesario aplicar tratamientos de potabilización para hacerla apta para el consumo.

El objetivo de cualquier tratamiento es eliminar los componentes definidos como contaminantes, molestos o con efectos nocivos para el medio ambiente y ajustar la calidad del agua a las especificaciones normadas.

El objetivo de cualquier tratamiento es eliminar los componentes definidos como contaminantes, molestos o con efectos nocivos para el medio ambiente y ajustar la calidad del agua a las especificaciones normadas.

La selección del tratamiento a aplicar depende de una serie de factores tales como:

- Caudal
- Composición del Agua
- Concentración de los Contaminantes
- Calidad Requerida del Afluente
- Posibilidad de Reutilización

La Directiva del Consejo 75/440/CEE, relativa a la calidad requerida para las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable en los Estados Miembros de la Unión Europea, clasifica las aguas de acuerdo al tratamiento que debe dárseles para su potabilización, en distintas categorías:

Categoría A1

Presenta valores de Oxígeno disuelto desde 6 mg/L hasta 8 mg/L

Debe aplicarseles un tratamiento físico simple y desinfección. Por ejemplo, filtración rápida y desinfección.

Categoría A2

Presenta valores de Oxígeno disuelto desde 4 mg/L hasta 6 mg/L

Debe aplicarse tratamiento físico normal, tratamiento químico y desinfección.

Por ejemplo, precloración, coagulación, floculación, decantación, filtración y desinfección

Categoría A3

Presenta valores de Oxígeno disuelto desde 2 mg/L hasta 4 mg/L.

Debe aplicársele un tratamiento físico y químico intensivo, a fin de lograr la calidad requerida. Por ejemplo, cloración hasta el «punto de ruptura», coagulación, floculación, decantación, filtración, afino (carbono activo) y desinfección (ozono, cloración final).

Categoría A4

Presenta valores de Oxígeno disuelto desde 0 mg/L hasta 2 mg/L.

Debe aplicársele un tratamiento más complejo para lograr la calidad deseada, ya que inicialmente debe aplicársele un pre tratamiento con agentes floculantes y métodos de oxigenación artificial para obtener un agua de calidad A3 y luego proceder de acuerdo a lo establecido para esta categoría.

CAPITULO III
METODOLOGIA

3.1 DISEÑO METODOLOGICO

3.1.1 INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA

Se realizó la investigación bibliográfica consultando la documentación referente al tema, en la biblioteca de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, biblioteca de la Universidad Técnica Latinoamericana, Centro de documentación de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) El Salvador, Centro de documentación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y sitios web disponibles en el internet, para obtener los fundamentos teóricos y procedimientos para el desarrollo de los análisis en el Laboratorio. Revisando libros Oficiales de análisis de aguas y Norma Salvadoreña para la Calidad del Agua Potable.

3.1.2 INVESTIGACION DE CAMPO

- Reunión con representantes de la ONG Asociación Para el Desarrollo de Planes de Renderos (ASPADEPLAR) y líderes comunales, en la cual se les planteó los objetivos de la investigación y se obtuvo el apoyo necesario por parte de ellos para realizar la determinación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del Manantial El Tembladero, ubicado en el Municipio de Panchimalco Departamento de San Salvador.
- Visita al manantial para ubicar y seleccionar el punto de muestreo más apropiado. Luego se realizaron diez visitas para la toma de las muestras

las cuales se distribuyeron de la siguiente manera: 4 en época seca (23 de Marzo – 17 de Abril de 2003) y 6 en época lluviosa (22 de Junio – 7 de Agosto).

Se obtuvieron 10 muestras para análisis fisicoquímicos y 10 muestras para análisis microbiológicos.

- Se procesaron las muestras y se determinaron los siguientes parámetros fisicoquímicos: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), Demanda Química de Oxígeno, Oxígeno Disuelto, Hierro, Fosfatos, Sulfatos, Potencial de Hidrógeno (pH), Nitrógeno Amoniacal, Sólidos Totales, Sólidos Disueltos, Sólidos Suspendedos, Dureza, Turbidez, Conductividad Eléctrica, Demanda de Cloro. Además se determinaron los parámetros microbiológicos Coliformes Totales y Coliformes Fecales.
- Se tabularon los resultados obtenidos y se compararon con los valores recomendados por la Norma Salvadoreña Obligatoria para el Agua Potable 13.07.01:99 y con lo que se determina la calidad del agua y se hacen las respectivas recomendaciones para darle un tratamiento adecuado y así obtener los mayores beneficios del manantial.

3.1.3 INSTRUMENTOS DE TRABAJO

- Se realizó encuesta (anexo 1) a los habitantes de los caseríos Las Morenas, Los Valles, Los Amates y El Amayón para obtener información referente a sitios de abastecimiento de agua, padecimiento de

enfermedades gastrointestinales y métodos de purificación al agua antes de consumirla.

- Se determinaron los valores de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en los siguientes equipos de laboratorio: Espectrofotómetro HACH DR/2000, Turbidímetro HACH, pH-metro HACH, Oxímetro HACH, Conductivímetro, Mufla, Estufa, Desecador, Esterilizador, Lámpara Ultravioleta. Utilizando el material de laboratorio necesario para realizar cada marcha analítica.

3.2 PARTE EXPERIMENTAL

PROCEDIMIENTOS PARA LA DETERMINACION DE LOS PARAMETROS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

Las determinaciones fueron realizadas en la Universidad Técnica Latinoamericana la cual tiene manuales revisados y basados en los Métodos Estándar para el análisis de Aguas.

A . Parámetros Fisicoquímicos

1. OXIGENO DISUELTO (8)

El Oxígeno disuelto es la cantidad de Oxígeno presente en el agua, que puede ser utilizada por microorganismos para su sobrevivencia.

El cual puede ser determinado mediante la lectura directa con el Oxímetro Hach 2000.

Determinación Oxígeno disuelto empleando método de dilución.

Preparación del agua de dilución:

Colocar en un recipiente limpio agua destilada previamente aireada, y por

cada litro de solución que se desee preparar se extraen 4mL de agua, los cuales son sustituidos por 1 mL de cada uno de los siguientes reactivos:

- Cloruro Férrico,
- Cloruro de Calcio,
- Sulfato de Magnesio
- Solución Buffer Fosfato pH 7.

Procedimiento:

1. Seleccionar las cantidades de muestra a depositar en los frascos de DBO₅ y aforar con agua de dilución
2. Numerar del 1 al 4 los frascos para DBO₅.
3. Guardar los frascos pares en la incubadora a 20°C. Por 5 días.
4. A los frascos impares agregar 2 mL de sulfato Manganoso y 2 mL de alcali- yoduro, invertir varias veces se formará un precipitado de color café; si existe Oxígeno, de lo contrario el precipitado será blanco.
5. Esperar cerca de 3 minutos hasta que el precipitado sedimente.
6. Agregar 2 mL de Acido Sulfúrico concentrado, invertir el frasco (4 a 5 veces).
7. Tomar 203 mL del frasco de DBO₅ en probeta y depositarlos en Erlenmeyer de 250 mL.
8. Titular con Tiosulfato de Sodio 0.025 N hasta obtener un color amarillo débil.
9. Agregar 1 mL de solución de almidón al 1%, aparece un color azul.
Continúe la titulación hasta que el color azul desaparece.

10. Tomar nota de cantidad gastada de Tiosulfato de Sodio 0.025 N, esto representa los mg/L de Oxígeno disuelto inicial.
11. Continuar con la determinación del Oxígeno disuelto de los frascos pares, después de los 5 días de incubación, seguir el mismo tratamiento de los frascos impares a partir del numeral 3.

2. DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (8)

Es la sumatoria de la demanda química y la demanda orgánica que tienen los microorganismos para consumir el Oxígeno del agua

1. Tomar los datos obtenidos del Oxígeno Disuelto
2. Proceder a realizar el cálculo con la fórmula siguiente:

$$DBO_5 = (OD \text{ inicial} - OD \text{ 5 día}) \times FD$$

DBO₅: demanda bioquímica

OD : Oxígeno Disuelto

FD: Factor de Dilución

3. DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (DQO) (8)

Demanda de los microorganismos por los componentes químicos presentes en el agua.

Método de Digestión con Reactor DQO, aprobado por la USEPA (United States Environmental Protection Agency)

DIGESTION.

1. Homogenizar 1000 mL de muestra durante dos minutos.
2. Encender el reactor DQO.

3. Calentar a 150°C. Colocar el escudo plástico sobre el reactor.
4. Destapar un frasco de DQO del rango deseado.
5. Sostener el frasco de reactivo a un ángulo de 45 grados.
6. Transferir 2.0 mL de muestra (0.2 mL en el caso del rango 0 - 15,000 mg/L dentro del frasco).
7. Ajustar el tapón del frasco de reactivo.
8. Enjuagar el frasco por fuera con agua y secarlo con una toalla de papel limpia.
9. Sostener el frasco por el tapón sobre el lavabo. Invertirlo suavemente varias veces para mezclar su contenido.
10. Colocar los frascos dentro del reactor DQO previamente precalentado.
11. Preparar el blanco repitiendo los pasos 3 al 6 substituyendo 2.0 mL de agua desionizada (0.2 mL en caso del rango 0 - 15,000 mg/L) en vez de la muestra.
12. Dejar los frascos dentro del reactor durante dos horas.
13. Apagar el reactor. Esperar unos 20 minutos hasta que los frascos se enfríen hasta 120 °C o menos.
14. Invertir cada frasco varias veces, mientras están calientes todavía.
15. Colocar en una gradilla. Esperar hasta que se hayan enfriado a la temperatura del cuerpo.
16. Determinar el rango de concentración de la muestra en el cuadro siguiente, y seguir con la determinación colorimétrica indicada.

CUADRO N° 4 DETERMINACION COLORIMETRICA PARA LA DEMANDA QUIMICA
DE OXIGENO

RANGOS	UNIDADES
0 a 40	mg/L DQO
0 a 150	mg/L DQO
0 a 1,500	mg/L DQO
0 a 15,000	mg/L DQO

17. Introducir el número del procedimiento pre-programado para demanda química de Oxígeno (DQO), rango bajo (0 a 150mg/L). pulsar 430 READ/ENTER la pantalla mostrará PONER a 420nm o introducir el número del procedimiento pre-programado para Demanda Química de Oxígeno (DQO), rango alto (HR) de 0 a 1500 y de 0 a 15000 mg/L. Pulse 435 READ/ ENTER. La pantalla mostrará PONER A 620 nm.
18. Girar la perilla de longitud de onda hasta que la pantalla muestre (420 nm).
19. Pulsar RED / ENTER, la pantalla mostrará mg/L COD L ó mg/L COD H.
20. Colocar el adaptador para frascos de DQO en la porta celda, con la marca hacia la derecha.
21. Limpiar el exterior del frasco conteniendo el blanco con una toalla.
22. Colocar el blanco en el adaptador, con el logo Hach orientado hacia el frente del instrumento, colocar la tapa en el adaptador.
23. Pulsar cero, la pantalla mostrara ESPERE y luego: 0.00 mg/L COD L.

24. Limpiar el exterior del frasco de la muestra con una toalla.
25. Colocar el frasco con muestra en el adaptador, con el logo Hach orientado hacia el frente. Colocar la tapa en el adaptador.
26. Pulsar READ/ENTER, la pantalla mostrará ESPERE y luego el resultado en mg/L de DQO.

4. **DEMANDA DE CLORO** (8)

Cantidad necesaria de Cloro para eliminar los microorganismos patógenos del agua, haciéndola óptima para consumo.

Método colorimétrico

1. Preparar la solución de Hipoclorito de Sodio grado reactivo.
2. Tomar 1 g de Hipoclorito de Sodio y disolver en 250 mL de agua destilada, en un vaso de precipitado de 400 mL.
3. Transferir esta solución a un balón volumétrico de 1000 mL, enjuagar el vaso de precipitado y adicionar los lavados al balón.
4. Aforar el balón a 1000 mL con agua destilada.
5. Calcular la concentración de esta solución.
 1. Tomar 1 mL de la solución y colocarlo en un balón de 250 mL y aforar con agua destilada.
7. Tomar 5 mL de esta solución y agregarlo en el tubo del aparato.
8. Adicionar una pastilla reveladora de Cloro.
9. Comparar la coloración obtenida con el respectivo escalímetro del aparato HACH para Demanda de Cloro residual.

10. Multiplicar el dato obtenido por el factor de dilución (250), este dato corresponde a la concentración real de la solución de Hipoclorito de Sodio.
11. Preparar una solución de 100 ppm de Hipoclorito de Sodio, a partir de la solución anterior, usando la fórmula $C_1V_1 = C_2V_2$, para determinar los mililitros a tomar de la solución antes preparada.
12. Hacer el despeje de fórmula $V_1 = \frac{C_2V_2}{C_1}$
Donde C_1 = Concentración inicial
 V_1 = Volúmen a tomar de la solución inicial
 C_2 = Concentración final
 V_2 = Volúmen final
13. Tomar cinco vasos de precipitado de 100 mL y adicionarles a cada uno 100 ml del agua en estudio.
14. Numerar los vasos de precipitado del uno al cinco.
15. Al vaso de precipitado uno adicionarle 1.0 mL de solución de Hipoclorito de Sodio a 100 mg/L.
16. Al vaso de precipitado dos adicionarle 2 mL de solución de Hipoclorito de Sodio a 100 mg/L.
17. Al vaso de precipitado tres adicionarle 3 mL de solución de Hipoclorito de Sodio a 100 mg/L.
18. Al vaso de precipitado cuatro adicionarle 4 ml de solución de Hipoclorito de Sodio a 100 mg/L.

19. Al vaso de precipitado cinco adicionarle 5 ml de solución de Hipoclorito de Sodio a 100 mg/L.
20. Comparar el contenido de cada vaso de precipitado con el blanco y el escalímetro del Aparato (el cual indica la concentración de Cloro).
21. Determinar la concentración de Cloro necesaria para la potabilización del Agua.
22. Recomendar la concentración que esté dentro del rango que estipula la Norma Salvadoreña Obligatoria de Agua Potable 13.07.01:99 (0.5 –1.0 mg/L.)

5. **SULFATOS** (8)

Determina la presencia de azufre ó compuestos azufrados en el agua

Método Sulfaver 4 (0 a 50 mg/L) (almohadillas de reactivo en polvo o ampollas AccuVac) aprobado por USEPA.

1. Usar las almohadillas de reactivo en polvo.
2. Introducir el número del procedimiento programado para sulfatos (SO_4)²⁻
3. Pulsar 680 RED/ENTER, la pantalla mostrará PONER nm a 450.
4. Hacer girar la perilla de longitud de ondas hasta que la pantalla tenga 450 nm.
5. Pulsar READ/ENTER. La pantalla mostrará mg/L (SO_4)²⁻
6. Llenar la otra celda 25 mL de la muestra.
7. Agregar el contenido de una almohadilla de SulfaVer 4 a la celda con la muestra (la muestra preparada). Agite para disolver.

8. Pulsar: SHIFT TIMER. Comenzara un período de reacción de cinco minutos.
9. Cuando suene el timbre del cronómetro, la pantalla mostrará mg/L $(\text{SO}_4)^{2-}$. Llenar otra celda de muestra (la que sirve de blanco) con 25 mL de muestra.
10. Colocar la celda con el blanco en el portacelda. Cierre la tapa contra luz.
11. Pulsar: ZERO. La pantalla mostrará: ESPERE y luego: 0. mg/L $(\text{SO}_4)^{2-}$
12. No dejar pasar más de tres minutos desde que suene el timbre del cronómetro, para colocar la celda de muestra en el portacelda. Cerrar la tapa contra luz.
13. Pulsar : READ/ ENTER. La pantalla mostrará ESPERE y después aparecerá el resultado en mg/L de $(\text{SO}_4)^{2-}$

6. FOSFATOS (8)

Determina la presencia de Fósforo ó Compuestos Fosfatados en el agua
Tratamiento previo mediante método de digestión

1. Medir 25 mL de la muestra con una probeta graduada, y depositar en un erlenmeyer de. 50 mL.
2. Añadir el contenido de un sobre de Persulfato de Potasio al erlenmeyer agitar y mezclar.
3. Agregar 2.0 mL de solución de Acido Sulfúrico 5.25 N, use un gotero graduado.

4. Ebulir suavemente por 30 minutos, usar Hot plate, para mantener un volúmen aproximado de 20 mL, agregar agua desionizada, no exceda de 20 mL.
5. Dejar enfriar la muestra a temperatura ambiente.
6. Agregar 2.0 mL de Hidróxido de Sodio 5.0 N agitar y mezclar.
7. Depositar la muestra en una probeta graduada. Llevar a volumen de 25 mL utilizando agua destilada.

ANALISIS DE LA MUESTRA

8. Introducir el número del procedimiento programado para Fósforo.
9. Pulsar 496 RED/ENTER, la pantalla mostrará PONER nm a 890.
10. Hacer girar la perilla de longitud de ondas hasta que la pantalla muestre 890 nm .
11. Pulsar READ/ENTER. La pantalla mostrará mg/L P PV.
12. Llenar la celda de la muestra con 25 mL de la muestra.
13. Agregar el contenido de una almohadilla de PhosVer 3 a la celda de muestra (la muestra preparada).
14. Agitar para disolver. Un color azul podría formarse si el fosfato este presente.
15. Pulsar SHIFT TIMER. Comenzará un período de reacción de dos minutos.
16. Cuando suene el timbre del cronómetro, la pantalla mostrará mg/L P PV.

17. Llenar otra celda con 25 mL de agua desionizada (la que sirve de blanco).
18. Colocar la celda con el blanco de muestra en el portacelda. Cerrar la tapa contra luz.
19. Pulsar ZERO. La pantalla mostrará: ESPERE y luego: 0, mg/L PO_4 .
20. Colocar la muestra en la portacelda, tapar la portacelda. Pulsar READ/ENTER.
21. La pantalla mostrará ESPERE y después aparecerá el resultado en mg/L de P.

7. POTENCIAL DE HIDROGENO (pH) (8)

Es la cantidad de iones Hidrógeno presentes en el agua que determinan el grado de acidéz .Mediante el método directo usando pH –metro

1. Pulsar la tecla de energía para encender el instrumento.
2. Pulsar la tecla pH. El indicador de pH se encenderá.
3. Enjuagar el electrodo con agua desionizada o con una parte de la muestra que se analiza. Y seque con papel toalla o similar.
4. Insertar el electrodo en la muestra.
5. Oprimir una vez el botón de suministro de solución electrolítica.
6. Agitar a velocidad moderada con la barra magnética o con el mismo electrodo.
7. Cuando el indicador del sensor estabilice su lectura indica que ese valor corresponde al pH de la muestra.

8. NITROGENO AMONIACAL (8)

Es la presencia de Nitrógeno en el agua que evidencia que ha tenido contacto con suelos tratados con fertilizantes o residuos de fertilizantes

Pretratamiento de la muestra .

1. Medir 250 mL de muestra en un cilindro o probeta graduada de 250 mL y vertir en un vaso de precipitado de 400 mL .
2. Destruir el Cloro, de ser necesario, agregando 2 gotas de solución de Arsenito de Sodio 1N por mg/L de Cloro.
3. Agregar 25 mL de solución amortiguadora de Borato y mezclar.
4. Ajustar el pH alrededor de 9.5 con solución de Hidróxido de Sodio 1N. Usar el medidor de pH
5. Instalar el aparato destilador para uso general, como se muestra en el manual del aparato destilador HACCH.
6. Verter la solución en el frasco de destilación.
7. Usar un cilindro graduado para medir 25 mL de agua desionizada.
8. Vertir en un matraz de 250 mL. Agregar el contenido de una almohadilla de reactivo de Acido Bórico, mezclar bien, colocar este matraz debajo del tubo de salida del alambique. Ajustar la altura para que el extremo de este tubo de goteo se encuentre por debajo del nivel de la solución.
9. Encender el interruptor del calentador. Ajustar a nivel 10, dejar circular el agua y ajustar su flujo para que pase continuamente a través del condensador.

10. Apagar el calentador después de haber colectado 150 mL del líquido destilado. Retirar inmediatamente el matraz colector, para que la solución que contiene no vuelva al destilador por el cambio de temperatura. Medir el destilado para cerciorarse de haber colectado 150 mL (en total 175 mL).
11. Ajustar el pH del destilado alrededor de 7, usando Hidróxido de Sodio 1 N. Usar el medidor de pH.
12. Vertir el destilado en un balón volumétrico de 250 mL, enjuagar el erlenmeyer con varias porciones de agua destilada y agregar estos enjuagues al balón volumétrico. Aforar hasta la marca con agua destilada libre de Amoníaco. Tapar y mezclar bien.
Análisis de la muestra utilizando espectrofotómetro Hach 2000
13. Encender el aparato. Introducir el número indicado para el análisis (380). Presionar ENTER. La pantalla mostrará poner a 425 nm.
14. Hacer girar la perilla de longitud de onda hasta que la pantalla muestre 425 nm.
15. Pulsar ENTER , la pantalla mostrará mg/L NH₃ NESS.
16. Llenar un celda de Sílice de 25 mL con muestra preparada anteriormente.
17. Llenar otra celda de Sílice con agua desionizada.
18. Agregar 3 gotas de estabilizador mineral a cada celda. Invertir varias veces para homogenizar. Agregar 3 gotas de aceite dispersante, de Alcohol Polivinílico, invertir varias veces para mezclar.

19. Vertir con pipeta 1 mL de reactivo de Nessler en cada celda. Tapar e invertir varias veces para mezclar bien.
20. Pulsar SHIFT TIMER , comenzará un período de reacción de 1 minuto.
21. Cuando suene el timbre, la pantalla mostrará mg/L NH₃ NESS
22. Colocar el blanco en el portacelda, cerrar la tapa contra la luz.
23. Pulsar cero, la pantalla mostrará ESPERE y luego 0.0 mg/L NH₃ NESS
24. Colocar la muestra prepara en el portacelda. Cerrar la tapa contra la luz.
25. Pulsar ENTER, la pantalla mostrará ESPERE y luego aparecerá el resultado en mg /L de Amoníaco expresado como Nitrógeno Amoniacal.

9. SOLIDOS TOTALES (8)

Es la sumatoria de todos los sólidos presentes en una muestra de agua.

Método Gravimétrico

1. Tarar una cápsula de la siguiente manera. Caliente la cápsula de porcelana limpia y seca a 103 - 105 °C por una hora, enfriar en desecador y pesar hasta peso constante.
2. Repetir esto hasta obtener el peso constante o una variación de 1×10^{-4} de milígramo con respecto al peso anterior. Almacenar y enfriar la cápsula en el desecador hasta que sea necesario.
3. Pesar inmediatamente antes de usar la cápsula.

4. Pipetear 25 mL de la muestra bien mezclada y depositar en la cápsula de porcelana tarada y evaporar en un horno de secado hasta sequedad, aproximadamente de 1 a 2 horas.
5. Secar de 103 - 105°C, enfriar en el desecador y pesar cada 1 a 2 horas, hasta obtener un peso constante.

10. SOLIDOS DISUELTOS (8)

Sustancias sólidas que se encuentran disueltas en el agua

Determinación mediante Método Gravimétrico

1. Calentar la cápsula de porcelana limpia a 103 - 105°C por una hora, enfriar en desecador y pesar hasta peso constante.
2. Repetir este proceso hasta obtener el peso constante o una variación de 10^{-4} de miligramo con respecto al peso anterior.
3. Almacenar y enfriar la cápsula en el desecador hasta que sea necesario.
4. Pesar inmediatamente antes de usar.
5. Filtrar aproximadamente 100 mL de la muestra utilizando papel filtro Whatman N° 42 de diámetro 90 mm.
6. Luego pipetear 25 mL de la muestra bien mezclada y depositarla en la cápsula de porcelana prepesada y evaporar en un horno de secado hasta sequedad, aproximadamente de 1 a 2 horas.
7. Secar a 103 - 105° C, enfriar en el desecador y pesar cada 1 a 2 horas hasta obtener peso constante.

11. SOLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS (8)

Partículas sólidas que no están disueltas en el agua pero que no tienen la suficiente densidad para precipitar.

Son calculados matemáticamente por la siguiente fórmula

$$\text{Cálculo : } ST = ST_D + ST_S$$

ST = Sólidos Totales mg/L

ST_D = Sólidos Totales Disueltos mg/L

ST_S = Sólidos Totales Suspendidos mg/L.

12. HIERRO (8)

Es la determinación de hierro ó sustancias ferrosas presentes en el agua

Debe ajustarse el pH antes de la preparación de la muestra.

1. Tomar una alícuota de la muestra
2. Agregar 2mL de Acido Clorhídrico.
3. Adicionar 1mL de Hidrocloruro de Hidroxilamina.
4. Adicionar Perlas de ebullición
5. Calentar a ebullición
6. Llevar a volumen de 15 a 20mL
7. Transferir a frascos volumétricos de 50.0 mL o de 100.0 mL
8. Agregar 10 mL de Acetato de Amonio
9. Agregar 4mL de solución de Fenantrolina
10. Llevar a volumen con agua destilada
11. Mezclar y dejar en reposo aproximadamente 10 a 15 minutos

12. Encender en el aparato el programa para Hierro.
13. Introducir el programa 952 RED/ENTER, la pantalla mostrará poner
510nm
14. Pulsar RED/ENTER, llenar la celda con el blanco colocarlo en el
portacelda
15. Bajar la compuerta.
16. Pulsar ZERO, la pantalla mostrará espere y luego 0.0 mg/L Fe.
17. Colocar la celda con la muestra ponerla en el portacelda, bajar la
cubierta.
18. Pulsar RED/ENTER y esperar, aparecerá el resultado en mg/L Fe.
19. Tomar el dato.

13. **CONDUCTIVIDAD** (8)

Capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica

1. Lavar el electrodo con agua destilada
2. Encender el conductímetro, la pantalla mostrará 0.0 ms / cm
3. Introducir el electrodo en el manantial directamente, aparecerá el
resultado de la conductividad, con unidades de milimhos /cm
4. Convertir estas unidades a $\mu\text{mho} / \text{cm}$
5. Reportar el dato obtenido.

14. TURBIDEZ (8)

Está determinada por la cantidad de sólidos presentes en una muestra de agua, la cual se determina usando el turbidímetro 2100P

1. Colectar una muestra representativa en un recipiente limpio. Llene una de las celdas de muestra hasta la línea marcada (unos 15 mL), cuidando de manipular la celda por el cuello.
2. Poner la tapa, limpie el exterior de la celda con una tela suave y limpia para retirar manchas de líquido y huellas digitales.
3. Aplicar una capa delgada de aceite de silicona, limpiar con una tela suave para emparejar la capa de aceite por toda la superficie.
4. Colocar el aparato sobre una superficie plana y resistente, no hay que sostenerlo mientras se realiza la medición.
5. Introducir la celda en el compartimento para celda del instrumento de modo que la marca de orientación de la celda esté con la marca en el frente del compartimento para celdas, cerrar la tapa.
6. Determinar la selección del rango automático o manual, pulsando la Tecla RANGE. La pantalla mostrará AUTO RING cuando el instrumento esté en el rango automático.
7. Elegir el modo que promedia la señal pulsando la tecla SIGNAL AVERAGE. La pantalla mostrará SIG AVG cuando el instrumento emplea promediano de señales. Usar modo promediado de señal si la muestra da una señal ruidosa. Pulsar READ.

La pantalla mostrará ----- NTU y luego la turbidez en NTU (unidades Nefelométricas de Turbidez) anotar esta cifra después que se apague el símbolo de la lámpara.

15. DUREZA (8)

Es la determinación de iones de Calcio y Magnesio presentes en una muestra de agua mediante el método titrimétrico.

1. En un erlenmeyer de 250 mL pipetear 50 mL de muestra o una porción menos diluída con agua destilada hasta alcanzar un volúmen de 50 mL
2. Añadir 1 ó 2 mL de solución amortiguadora de acetato de amonio.
3. Agregar 2-3 gotas de la solución indicadora de Negro de Eriocromo T.
4. Colocar sobre un agitador magnético y se le agrega a la solución una barra agitadora forrada de teflón.
5. Agitar continuamente la solución, se titula con la solución de EDTA 0.02 N hasta el punto final de equivalencia, cuando la solución cambia de color rojo vino a azul.
6. Añadir las últimas gotas a intervalos de tres a cinco segundos.
7. La ausencia o cambio débil del color en el punto final de equivalencia suele indicar la presencia de iones interferentes.
8. En ese caso se debe repetir el análisis y se agrega 1 mL de la solución de Inhibidor II, después de haber ajustado el pH con la solución Amortiguadora de Acetato de Amonio.

9.CALCULOS:

$$\text{Meq. CaCO}_3 : \frac{V \text{ corr.} \times N \text{ EDTA} \times 1000 \times Fc. \text{EDTA}}{V \text{ muestra}}$$

$$\text{Ppm. CaCO}_3: \text{Meq. CaCO}_3 \times \text{PM de CaCO}_3$$

Dureza Total:

$$\text{Ppm de CaCO}_3: \frac{\text{ml gast.} \times \text{mg. equiv. a 1 ml. de EDTA} \times 1000}{V \text{ muestra}}$$

Donde: 1 mg CaCO₃ _____ 1 mL EDTA.

X _____ ml. Gastados

X _____ 0.02 N

Y _____ 0.025 N

Y: mg. De Carbonatos

B. Parámetros Microbiológicos**1. COLIFORMES TOTALES Y COLIFORMES FECALES (8)**

Método de los tubos múltiples

1. Colocar 5 tubos con tapón de rosca (de mayor tamaño que los demás) con 10 ml de medio de cultivo MLX Selectivo a doble concentración de la indicada en la preparación.
2. Colocar 25 tubos en filas de 5 en una gradilla, numerando los tubos, por filas . La primera fila será 1, la segunda fila será -1, la tercera fila -2, la cuarta fila -3, la quinta fila -4.

3. Tomar 4 frascos de dilución, cada uno con con 99 ml de agua tamponada (pH 7.2)
4. A cada tubo de los 5 de doble concentración, adicionar 20 mL de muestra.
5. A Cada uno de los tubos de la fila 1 adicionar 1 mL de muestra
6. Tomar 1 mL del frasco de la muestra y adicionar al frasco de dilución numerado -1 y adicionar al frasco de dilución numerado -2
7. De este frasco numerado -2, tomar 5 mL y adicionar 1 mL a cada tubo de ensayo numerado -2, de los de concentración simple
8. De este frasco numerado -2, tomar 5 mL y adicionar 1 mL a cada tubo de numeración -3
9. Tomar 5 ml de esta solución y adicionar 1 mL a los tubos de dilución -4
10. Agitar cada uno de los tubos y colocarlos bien identificados en la gradilla
11. Incubar a 37° C por 24 horas
12. Proceder a la lectura.

La presencia de coliformes totales en los tubos se determina por una coloración verde la cual no presenta ningún cambio al ser sometido a luz UV.

La presencia de coliformes fecales se determina cuando los tubos de coliformes totales se colocan a luz UV y se observa fluorescencia.

Se observan los tubos fila por fila, tomar el dato de acuerdo al número

de tubos que presentan las características antes mencionadas para cada caso.

Anotar dicho número en la casilla que corresponda a la concentración y a la dilución.

Comparar el dato obtenido, con la tabla de tubos múltiples para coliformes.

(Ver anexo 8)

CAPITULO IV

RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS

4.1 RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS DE ENCUESTA

Con la finalidad de recopilar información sobre el consumo de agua y enfermedades gastrointestinales de los habitantes de los caseríos aledaños al manantial El Tembladero, se diseñó encuesta según anexo # 1

Se encuestaron 375 personas de los caseríos Los Valles, Las Morenas, los Amates, El Amayón; obteniéndose los siguientes resultados:

1. Cuántas personas habitan en esta casa?

Número de personas por casa	Porcentaje
1 – 4	37.5%
5 – 8	62.5%
9 – más	0

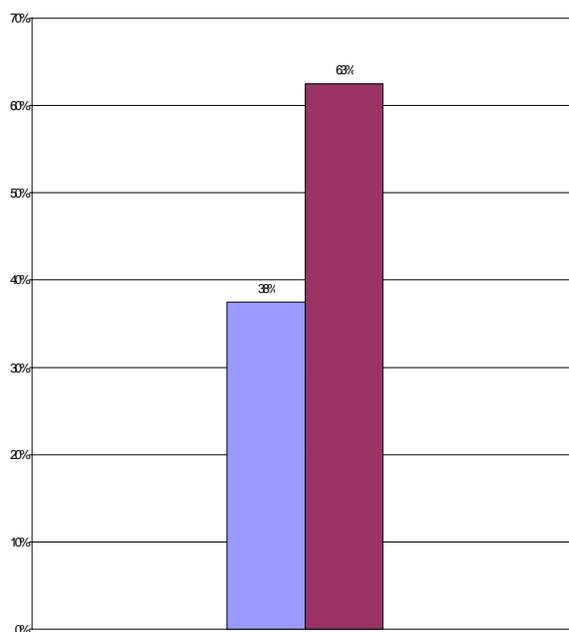


Figura 1. Número de habitantes Vrs. Población

- 1 – 4 habitantes
- 5 – 8 habitantes
- 9 – más habitantes

TIPO DE POBLACION

Población	Porcentaje
menores de 12 años	40%
mayores de 12 años	60%
Total	100%

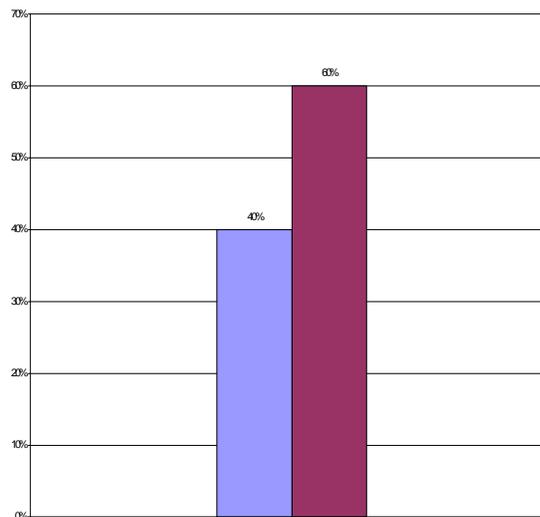


Figura 2. Clasificación de edades vrs. Población

CATEGORIAS POR EDADES

- Menores de 12 años
- Mayores de 12 años

Con relación a los datos recolectados en la encuesta se observa que la mayoría de familias esta formada por número entre 5 y 8 miembros de los cuales el 60% son mayores de 12 años .

2. Consumen agua del manatial El Tembladero?

	SI	NO
CONSUMEN AGUA DE MANANTIAL	85%	15%

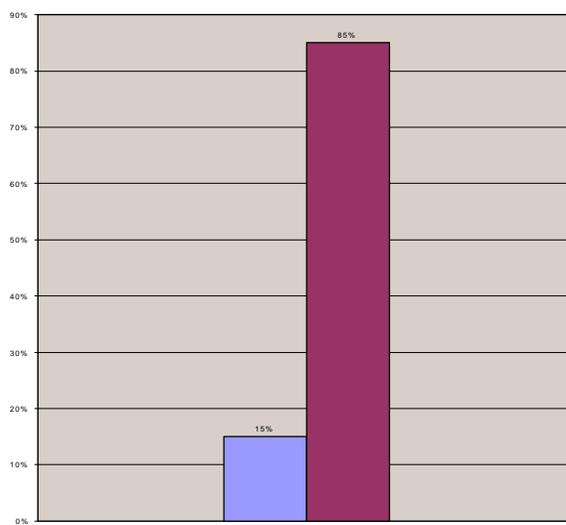


Figura 3. Consumo de agua del manantial vrs. Cantidad de Familias

TIPO DE CONSUMO

- Consumen agua del manantial
- No consumen agua del manantial

Según se observa en la gráfica un 85% de las familias de los caseríos de la zona consumen agua del manatial El Tembladero, el cual es el que se ha caracterizado en este estudio.

3. Consumen agua de pozo?

	SI	NO
CONSUMEN AGUA DE POZO	15%	85%

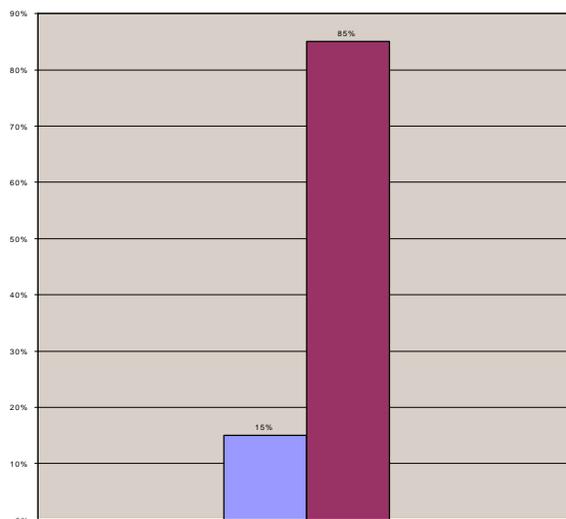


Figura 4. Consumo de agua de pozo vrs. Cantidad de Familias

TIPO DE CONSUMO

- Consumen agua de pozo
- No consumen agua de pozo

El 15% de la población tiene como método alternativo el suministro de agua de pozo, en tanto que el 85% restante se abastece únicamente de agua de manantiales.

4. Consumen agua de otro manantial?

	SI	NO
CONSUMEN AGUA DE OTRO MANANTIAL	85%	15%

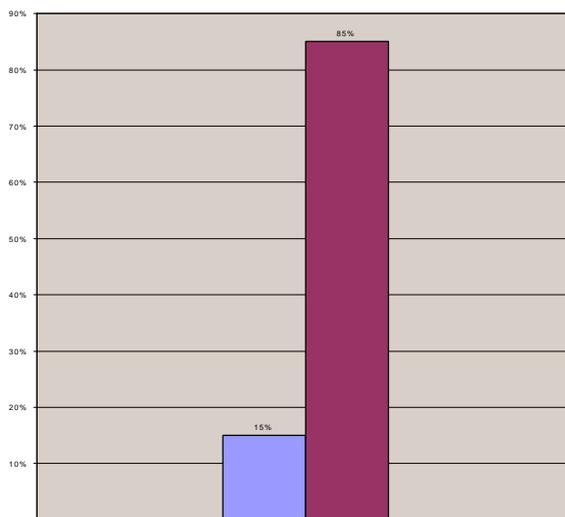


Figura 5. Consumo de agua de otro manantial vrs. Cantidad de Familias

TIPO DE CONSUMO

- Consumen agua de otro manantial
- No consumen agua de otro manantial

Según los datos recolectados la mayoría de las familias, un 85% se abastece de más de un manantial.

5. Hierve el agua antes de consumirla?

	SI	NO
HIERVEN EL AGUA ANTES DE CONSUMIRLA	55%	45%

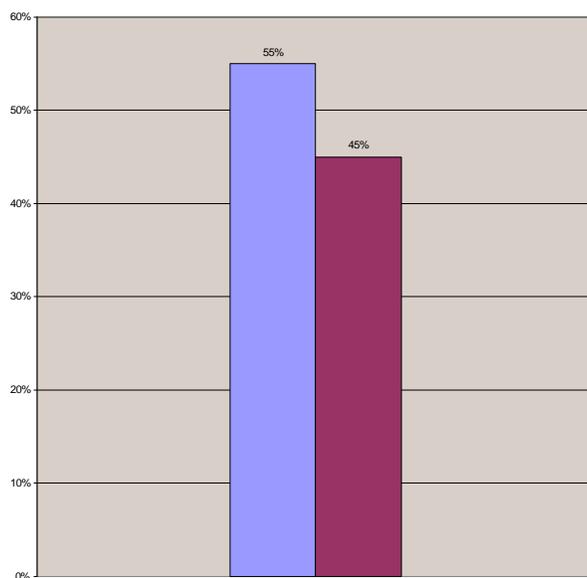
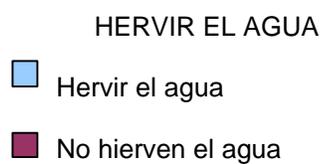


Figura 6. Cantidad de familias que hierven el agua vrs. Familias que no la Hierven



Un poco más de la mitad de las familias encuestadas, correspondiente a un porcentaje del 55%, aplican el método de hervir el agua antes de consumirla.

6. Le dá algún tratamiento al agua?

lejía	Cloro	Hervir	Ninguna	Total
7%	7%	55%	31%	100%

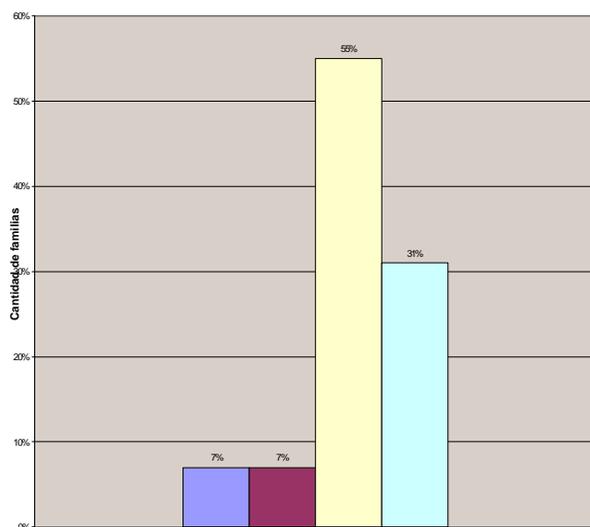


Figura 7. Tipo de tratamiento que aplican al agua antes de ser utilizada

TRATAMIENTO



Según los valores observados la mayoría de la población hierve el agua antes de consumirla (55%), un 7% utiliza Tabletas de Cloro (Puriagua) para la desinfección del agua, otro 7% utiliza lejía (Hipoclorito de Sodio) para la desinfección y más de la cuarta parte de la población (31%) no le da ningún tipo de desinfección al agua antes de su consumo.

7. Presenta algún olor, color ó sabor el agua que usted consume?

Olor-color-sabor	Tierra (sabor)	Veneno (olor)	otro
Si	65%	7%	28%

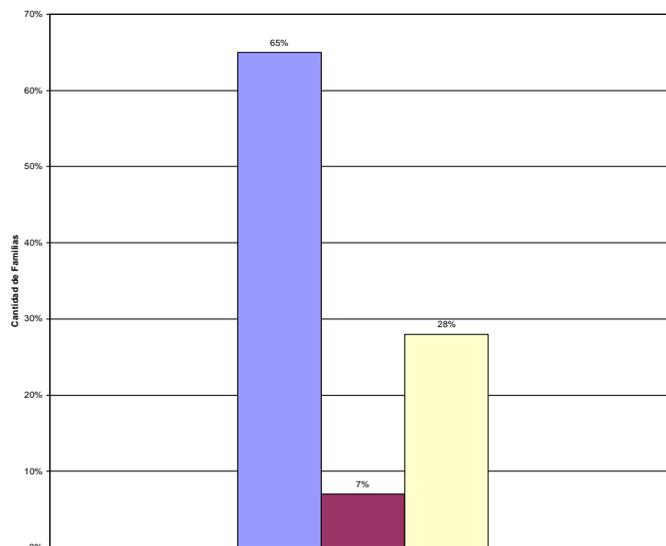


Figura 8. Presencia de características organolépticas extrañas en el agua

CARACTERISTICAS

- Tierra
- veneno
- Otro

Según se observa un 65% de la población percibe sabor a tierra al consumir el agua, un 7% de la población dice que el agua presenta olor a veneno y un 28% de estos percibe pero no puede relacionarlo a algo específico.

8. Presenta dolor abdominal (de estómago) después de haber bebido el Agua del manantial El tembladero, antes de 15 minutos y después de 15 minutos?

SI	NO
33%	67%%

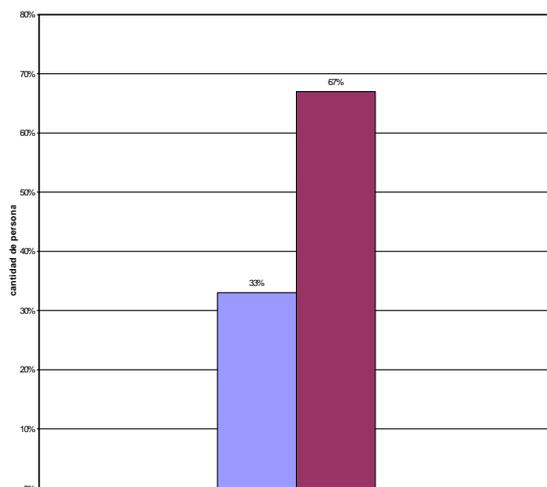


Figura 9 Presencia de dolor abdominal vrs. ausencia de dolor abdominal después del consumo de agua

DOLOR ABDOMINAL

- Si presentan dolor abdominal
- No presentan dolor abdominal

Según se observa en la gráfica un 67% de la población presenta dolor abdominal después de haber consumido agua del manantial.

No así un 33% que asegura no presentar ningún tipo de dolor luego de la ingestión del líquido.

9. Padece diarrea frecuente?

SI	NO
30%	70%

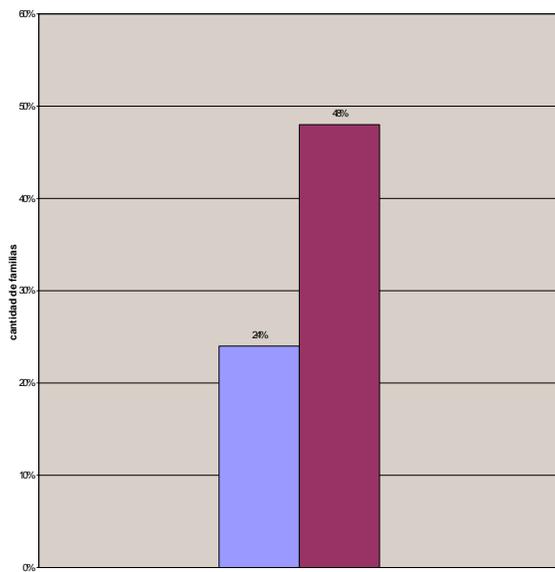


Figura 10 Padecimiento de diarrea frecuente vs. Ausencia de diarrea

PRESENCIA DE DIARREA

- Si padece diarrea
- No padece diarrea

Según se observa en la gráfica un 70% de la población no padece diarrea, pero si un 30% asegura que padece regularmente dicha enfermedad.

10. Si la respuesta anterior es si, cada cuanto la padece?

Semanalmente	4%
Quincenalmente	8%
Mensualmente	71%
Otro	17%
Total	100%

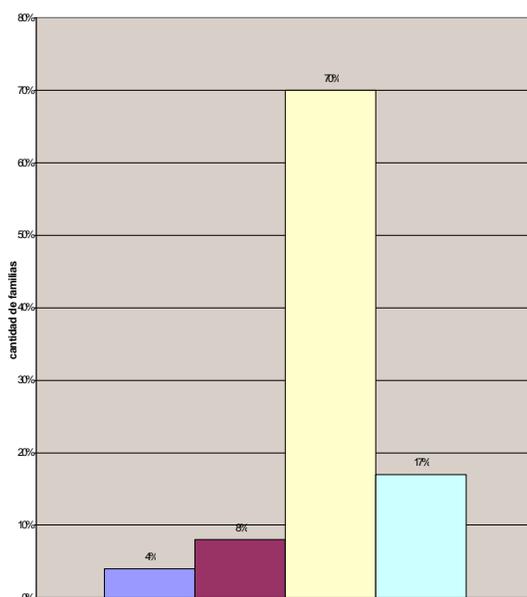


Figura 11 Padece diarrea frecuentemente

FRECUENCIA

■ Semanalmente	■ Mensualmente
■ Quincenalmente	■ Otro

De las personas que aseguran padecer de diarrea un 4% dice padecerla semanalmente, un 15% dice padecer dicha enfermedad quincenalmente, la mayoría de las personas que padecen esta enfermedad (71%), asegura que ocurre por lo menos una vez al mes, habiendo un 17% que no pudo especificar la frecuencia de dicho padecimiento.

11. Padece usted alguna otra enfermedad?

ENFERMEDAD	%
Diabetes	2.3%
Infección tracto urinario	5.8%
Hipertensión Arterial	11.6%
Hígado	0%
Artritis	0%
Nervios	5.8%
Infección Respiratorias	46.5%
Gastrointestinales	28%

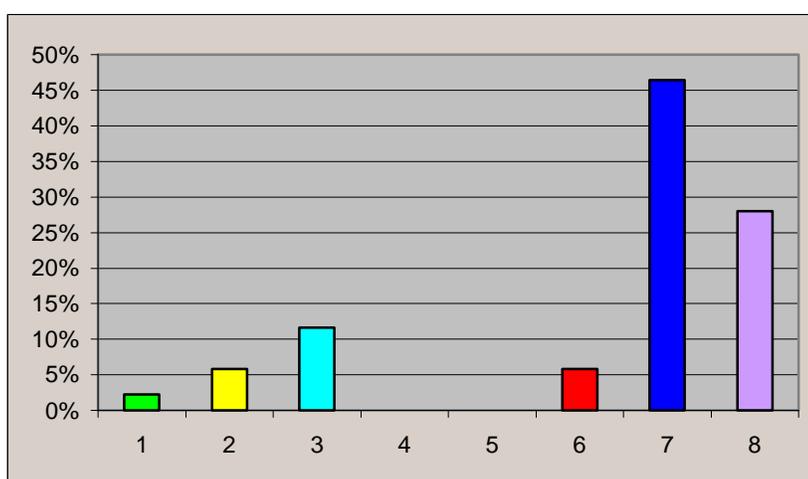
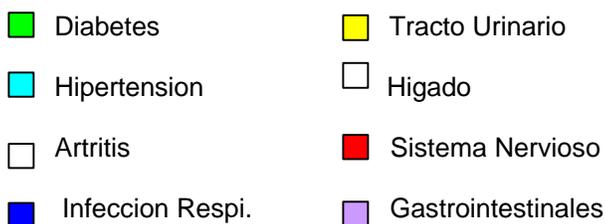


Gráfico 12. Enfermedades mas comunes Vrs. Población



Las enfermedades más comunes que presenta la población de los caseríos en mención son las siguientes: Diabetes en un 2.3%, Infecciones en el tracto Urinario 5.8%, Hipertensión Arterial 11.6%, Enfermedades Hepáticas y Artritis 0%, Enfermedades del Sistema Nervioso 5.8%, Infecciones del tracto

Respiratorio 46.5% siendo esta la de mayor incidencia, además un 28% de la población padece enfermedades gastrointestinales.

HISTORIAL LABORAL

ACTIVIDAD LABORAL	PORCENTAJE DE FAMILIAS
Agricultura	66%
Transporte Público	2.5%
Oficios Domésticos	12.5%
Ganadería	6.25%
Otros	12.5%

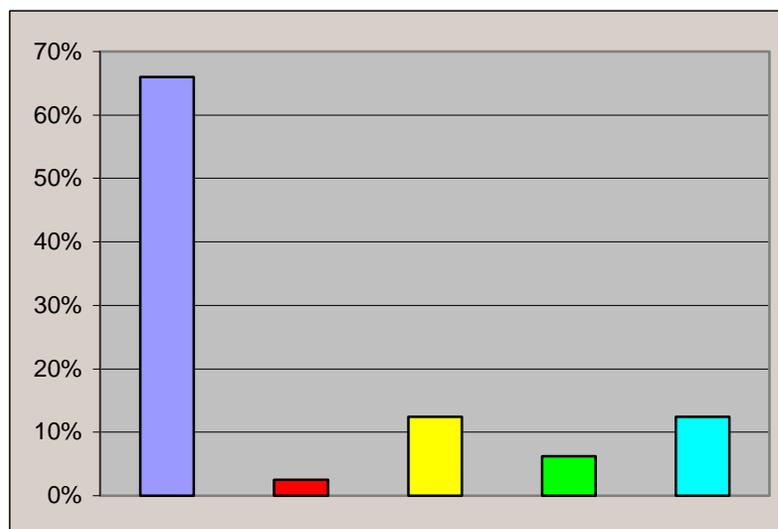


Gráfico 13. Actividad Laboral Vrs. Población



Según los datos observados en la gráfica las ocupaciones de la población en estudio son las siguientes: Un 66% se dedica a actividades agrícolas, un 2.5% se dedica a actividades de transporte público, un 12.5% a oficios domésticos, el 6.25% a la ganadería y el 12.5% a otro tipo de actividad.

4.2. RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS FISICOQUIMICOS

4.2.1. RESULTADOS DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (DBO₅)

CUADRO N 5 RESULTADOS DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (DBO₅)

PERIODO DE MUESTREO	Nº MUESTRA	RESULTADO mg / L	NORMA SALVADORENA 13.07.01:99
Epoca seca (verano)	Mx 1	15.06	N.N.
	Mx 2	15.10	
	Mx 3	15.0	
	Mx 4	15.01	
Epoca Lluviosa (invierno)	Mx 5	11.59	
	Mx 6	11.30	
	Mx 7	10.30	
	Mx 8	11.20	
	Mx 9	11.20	
	Mx 10	11.20	

N.N. = NO NORMADO PARA AGUA POTABLE

En las aguas superficiales los valores óptimos para la DBO₅ son de 2 a 4 mg/L.

La DBO₅ es un buen indicador de la calidad general del agua y concretamente de la contaminación orgánica. Valores de la DBO₅ por encima de 10 mg/L son característicos de aguas muy contaminadas y por debajo de 3mg/L la contaminación se considera muy débil.

Tomando en cuenta que la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), es la cantidad de Oxígeno en mg/L necesaria para descomponer la materia orgánica presente en el agua mediante acción de los microorganismos aeróbios, y que los valores obtenidos en las diferentes muestras

recolectadas oscilan entre 10.30 a 15.10 mg/L, indica que el agua posee una alta contaminación por materia orgánica.

La contaminación es mayor en la época seca que en la época lluviosa.

4.2.2. RESULTADOS DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (DQO)

CUADRO N° 6 RESULTADOS DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (DQO)

PERIODO DE MUESTREO	Nº MUESTRA	RESULTADO Mg / L	NORMA SALVADOREÑA 13.07.01:99
Epoca seca (verano)	Mx 1	0.0	N. N.
	Mx 2	0.0	
	Mx 3	0.0	
	Mx 4	0.0	
Epoca Lluviosa (invierno)	Mx 5	*N.D.	
	Mx 6	N.D.	
	Mx 7	N.D.	
	Mx 8	N.D.	
	Mx 9	N.D.	
	Mx 10	N.D.	

* N.D. NO DETECTABLE

N.N. = NO NORMADO PARA AGUA POTABLE

Según los resultados obtenidos en la determinación de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) se puede evidenciar que en la materia orgánica presente en el agua no se encuentran sustancias reductoras que demanden una cantidad de Oxígeno considerable, ya que en la época seca el valor promedio fue cero y en la época lluviosa se obtuvo un valor no detectable.

4.2.3. RESULTADOS OXIGENO DISUELTO

CUADRO N 7 RESULTADOS OXIGENO DISUELTO

PERIODO DE MUESTREO	Nº MUESTRA	RESULTADO mg / L	NORMA SALVADOREÑA 13.07.01:99
Epoca seca (verano)	Mx 1	4.6	N .N.
	Mx 2	4.6	
	Mx 3	4.7	
	Mx 4	4.7	
Epoca Lluviosa (invierno)	Mx 5	4.6	
	Mx 6	4.7	
	Mx 7	4.7	
	Mx 8	4.6.	
	Mx 9	4.77	
	Mx 10	4.6	

N.N. = NO NORMADO PARA AGUA POTABLE

Los valores obtenidos de Oxígeno Disuelto se encuentran entre 4.6 y 4.7, no existiendo mayor diferencia entre la época seca y la lluviosa. Las aguas superficiales limpias suelen estar saturadas de oxígeno, lo que es fundamental para la vida. Si el nivel de Oxígeno Disuelto es bajo indica contaminación con materia orgánica, septicización, mala calidad del agua e incapacidad para mantener determinadas formas de vida.

4.2.4. RESULTADOS DE HIERRO

CUADRO N 8 RESULTADOS DE HIERRO

PERIODO DE MUESTREO	Nº MUESTRA	RESULTADO mg / L	NORMA SALVADOREÑA 13.07.01:99	CONFORMIDAD
Epoca seca (verano)	Mx 1	0.25	0.05 – 0.30	CONFORME
	Mx 2	0.25		
	Mx 3	0.24		
	Mx 4	0.24		
Epoca Lluviosa (invierno)	Mx 5	0.25		
	Mx 6	0.25		
	Mx 7	0.10		
	Mx 8	0.11		
	Mx 9	0.12		
	Mx 10	0.12		

Los valores obtenidos en el análisis de Hierro fueron de 0.10 a 0.25 mg/L, por lo que se encuentran dentro del rango establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria para el Agua Potable . Lo cual guarda relación con la ausencia de condiciones reductoras en el agua, ya que si estas existieran, las concentraciones de Hierro en forma de Ión Férrico se verían incrementadas y se vería afectada la potabilización.

4.2.5. RESULTADOS DE FOSFATOS

CUADRO N 9 RESULTADOS DE FOSFATOS

PERIODO DE MUESTREO	Nº MUESTRA	RESULTADO mg / L	NORMA SALVADOREÑA 13.07.01:99
Epoca seca (verano)	Mx 1	0.22	N.N.
	Mx 2	0.21	
	Mx 3	0.22	
	Mx 4	0.22	
Epoca Lluviosa (invierno)	Mx 5	0.12	
	Mx 6	0.10	
	Mx 7	0.00	
	Mx 8	0.00	
	Mx 9	0.00	
	Mx 10	0.00	

N.N. = NO NORMADO PARA AGUA POTABLE

En los análisis de Fosfatos se determinó que el agua del manantial ha sido contaminada con residuos provenientes de detergentes o fertilizantes. Se observó mayor cantidad de Fosfatos en las muestras correspondientes a la época seca como resultado en la disminución del caudal, propiciando un aumento en la concentración de éstos.

4.2.6. RESULTADOS DE SULFATOS

CUADRO N 10 RESULTADOS DE SULFATOS

PERIODO DE MUESTREO	Nº MUESTRA	RESULTADO mg / L	NORMA SALVADOREÑA 13.07.01:99	CONFORMIDAD
Epoca seca (verano)	Mx 1	68	25 – 250	CONFORME
	Mx 2	68		
	Mx 3	68		
	Mx 4	67		
	Mx 5	67		
Epoca Lluviosa (invierno)	Mx 6	66		
	Mx 7	58		
	Mx 8	59		
	Mx 9	57		
	Mx 10	56		

Los Sulfatos se encuentran en las aguas naturales en un amplio intervalo de concentraciones. Según la Norma Salvadoreña Obligatoria para el agua Potable, los valores recomendados se encuentran entre 25 y 250mg/ L. Los resultados obtenidos al determinar este parámetro oscilan entre 56 a 68mg/L, siendo conformes con la Norma. Durante la época lluviosa se obtuvieron valores menores, debido a que el manantial presenta un aumento en su caudal, por tanto, presenta una mayor dilución.

Los valores estandares de Sulfatos permitidos para agua potable tienen un límite máximo de 250 mg/L de Sulfatos, valores superiores, tienen una acción purgante.

4.2.7. RESULTADOS DE pH

CUADRO N 11 RESULTADOS DE pH

PERIODO DE MUESTREO	Nº MUESTRA	RESULTADO mg / L	NORMA SALVADOREÑA 13.07.01:99	CONFORMIDAD
Epoca seca (verano)	Mx 1	7.65	6.00 – 8.50	CONFORME
	Mx 2	7.64		
	Mx 3	7.67		
	Mx 4	7.66		
Epoca Lluviosa (invierno)	Mx 5	7.65		
	Mx 6	7.64		
	Mx 7	8.03		
	Mx 8	8.04		
	Mx 9	8.00		
	Mx 10	8.03		

El pH del agua según la Norma debe estar entre 6.0 – 8.5 para considerarla potable, el pH obtenido osciló entre 7.65 a 8.03, siendo más alto en la época lluviosa, debido a que probablemente halla arrastre de Carbonatos presentes en el suelo y son depositados en dicho manantial, en tal caso, el pH refleja el tipo de suelo de ese manto de agua.

4.2.8. RESULTADOS DE NITROGENO AMONICAL

CUADRO N 12 RESULTADOS DE NITROGENO AMONICAL

PERIODO DE MUESTREO	Nº MUESTRA	RESULTADO mg / L	NORMA SALVADOREÑA 13.07.01:99	CONFORMIDAD
Epoca seca (verano)	Mx 1	0.11	0.00 – 0.50	CONFORME
	Mx 2	0.11		
	Mx 3	0.11		
	Mx 4	0.12		
Epoca Lluviosa (invierno)	Mx 5	0.11		
	Mx 6	0.11		
	Mx 7	0.10		
	Mx 8	0.10		
	Mx 9	0.10		
	Mx 10	0.12		

En cuanto al Nitrógeno Amoniacal se pueden observar valores muy bajos entre 0.10 a 0.12 mg/L, no existiendo diferencia significativa entre la época lluviosa y la época seca. Este resultado evidencia poca materia orgánica en descomposición, presentando conformidad con la Norma, además indica baja contaminación proveniente de residuos de fertilizantes.

4.2.9. RESULTADOS DE SOLIDOS TOTALES

CUADRO N 13 RESULTADOS DE SOLIDOS TOTALES

PERIODO DE MUESTREO	Nº MUESTRA	RESULTADO mg / L	NORMA SALVADOREÑA 13.07.01:99
Epoca seca (verano)	Mx 1	901	N.N.
	Mx 2	901	
	Mx 3	898	
	Mx 4	898	
Epoca Lluviosa (invierno)	Mx 5	886	
	Mx 6	884	
	Mx 7	882	
	Mx 8	879	
	Mx 9	886	
	Mx 10	885	

N.N. = NO NORMADO PARA AGUA POTABLE

Para el parámetro físico de Sólidos Totales los valores obtenidos oscilan entre 879 a 901 mg/L, como este parámetro es la sumatoria de los sólidos disueltos y de los suspendidos, y con los resultados individuales de ambos se puede decir que el mayor aporte lo constituyen los sólidos disueltos.

4.2.10. RESULTADOS DE SOLIDOS DISUELTOS

CUADRO N 14 RESULTADOS DE SOLIDOS DISUELTOS

PERIODO DE MUESTREO	Nº MUESTRA	RESULTADO mg / L	NORMA SALVADOREÑA 13.07.01:99	CONFORMIDAD
Epoca seca (verano)	Mx 1	886	300 – 600	NO CONFORME
	Mx 2	886		
	Mx 3	884		
	Mx 4	884		
Epoca Lluviosa (invierno)	Mx 5	882		
	Mx 6	880		
	Mx 7	880		
	Mx 8	875		
	Mx 9	880		
	Mx 10	880		

Los Sólidos Disueltos no deben encontrarse en el agua en un contenido mayor a 600 mg/L ; dado que los valores encontrados oscilan entre 880 – 886 mg/L, el agua contiene muchos solutos, debido a un elevado arrastre de materia orgánica. No se observó diferencia significativa entre la época lluviosa y la época seca.

4.2.11. RESULTADOS DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS

CUADRO N° 15 RESULTADOS DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS

PERIODO DE MUESTREO	Nº MUESTRA	RESULTADO mg / L	NORMA SALVADOREÑA 13.07.01:99
Epoca seca (verano)	Mx 1	15	N.N.
	Mx 2	15	
	Mx 3	14	
	Mx 4	14	
Epoca Lluviosa (invierno)	Mx 5	4	
	Mx 6	4	
	Mx 7	2	
	Mx 8	4	
	Mx 9	6	
	Mx 10	5	

N.N. = NO NORMADO PARA AGUA POTABLE

En la determinación de Sólidos Suspendidos los valores obtenidos en época lluviosa se encuentran entre 2 a 4 mg/L y en época seca de 14 a 15 mg/L existiendo pocas suspensiones coloidales y pocas suspensiones que solo permanecen mientras el agua se encuentra en movimiento.

4.2.12. RESULTADOS DE DUREZA

CUADRO N° 16 RESULTADOS DE DUREZA

PERIODO DE MUESTREO	Nº MUESTRA	RESULTADO Mg / L	NORMA SALVADOREÑA 13.07.01:99	CONFORMIDAD
Epoca seca (verano)	Mx 1	155.8	100 – 400	CONFORME
	Mx 2	155.7		
	Mx 3	155.8		
	Mx 4	155.6		
Epoca Lluviosa (invierno)	Mx 5	155.8		
	Mx 6	155.7		
	Mx 7	107.5		
	Mx 8	107.6		
	Mx 9	106.5		
	Mx 10	106.5		

La Norma Salvadoreña Obligatoria para el Agua Potable, establece un rango de 100 a 400 mg/L para la Dureza. Los valores encontrados oscilaron entre 106.5 a 155.8 mg/L. Por lo que el agua presenta conformidad para este parámetro, evidenciando presencia de Carbonatos.

4.2.13. RESULTADOS DE TURBIDEZ

CUADRO N 17 RESULTADOS DE TURBIDEZ

PERIODO DE MUESTREO	Nº MUESTRA	RESULTADO NTU	NORMA SALVADOREÑA 13.07.01:99	CONFORMIDAD
Epoca seca (verano)	Mx 1	11	1 – 5	NO CONFORME
	Mx 2	11		
	Mx 3	11		
	Mx 4	12		
Epoca Lluviosa (invierno)	Mx 5	2.7	1 – 5	CONFORME
	Mx 6	2.6		
	Mx 7	2.6		
	Mx 8	2.6		
	Mx 9	3.0		
	Mx 10	3.0		

NTU: Unidades Nefelométricas

La Turbidez recomendada por la Norma Salvadoreña Obligatoria para el Agua Potable es de 1 a 5 NTU. En la época seca la turbidez encontrada fué muy elevada dando valores de 11 y 12 NTU, debido al alto contenido de sólidos disueltos.

En cambio en la época lluviosa los valores están entre 2.59 y 3.02 NTU, lo que indica que las partículas que originan la turbidez se han visto disminuidas debido al arrastre por el incremento del caudal.

4.2.14. RESULTADOS DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA

CUADRO N 18 RESUOLTADOS DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA

PERIODO DE MUESTREO	Nº MUESTRA	RESULTADO $\mu\text{mho/cm}$	NORMA SALVADOREÑA 13.07.01:99	CONFORMIDAD
Epoca seca (verano)	Mx 1	890	500 – 1600	CONFORME
	Mx 2	891		
	Mx 3	890		
	Mx 4	890		
Epoca Lluviosa (invierno)	Mx 5	889		
	Mx 6	889		
	Mx 7	892		
	Mx 8	891		
	Mx 9	890		
	Mx 10	888		

Los valores encontrados de conductividad oscilan entre 888 y 892 $\mu\text{mho/cm}$, lo que indica presencia de iones en solución, ya que esto es proporcional a la cantidad y características de estos electrolitos. Es por esto que se usan los valores de conductividad como índice aproximado de concentración de solutos. Según la Norma Salvadoreña Obligatoria 13.07.01:99 se encuentra dentro de rango permisible.

4.2.15. RESULTADOS DE DEMANDA DE CLORO

CUADRO N 19 RESULTADOS DE DEMANDA DE CLORO

PERIODO DE MUESTREO	Nº MUESTRA	RESULTADO mg/mL	NORMA SALVADOREÑA 13.07.01:99	CONFORMIDAD
Epoca seca (verano)	Mx 1	0.5	0.5 – 1.0	CONFORME
	Mx 2	0.5		
	Mx 3	0.5		
	Mx 4	0.5		
Epoca Lluviosa (invierno)	Mx 5	0.5		
	Mx 6	0.5		
	Mx 7	0.5		
	Mx 8	0.5		
	Mx 9	0.5		
	Mx 10	0.5		

Los valores encontrados de Cloro residual son de 0.5 mg/mL para cada una de las muestras, por lo que estan conformen según la Norma Salvadoreña Obligatoria 13.07.01:99, lo que indica que es necesario una cantidad minima de Cloro para eliminar microorganismos patógenos.

4.3 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

CUADRO N 20 RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS MUESTRA N° 1

Parámetro	Valor máximo admisible	Valor encontrado	Resultado
Coliformes Totales	< 1.1 NMP	500 NMP	No Conforme
Coliformes Fecales	Negativo	Positivo	No Conforme

CUADRO N 21 RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS MUESTRA N°2

Parámetro	Valor máximo admisible	Valor encontrado	Resultado
Coliformes Totales	< 1.1 NMP	500 NMP	No Conforme
Coliformes Fecales	Negativo	Positivo	No Conforme

CUADRO N 22 RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS MUESTRA N°3

Parámetro	Valor máximo admisible	Valor encontrado	Resultado
Coliformes Totales	< 1.1 NMP	300 NMP	No Conforme
Coliformes Fecales	Negativo	Positivo	No Conforme

CUADRO N 23 RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS MUESTRA N°4

Parámetro	Valor máximo admisible	Valor encontrado	Resultado
Coliformes Totales	< 1.1 NMP	500 NMP	No Conforme
Coliformes Fecales	Negativo	Positivo	No Conforme

CUADRO N 24 RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS MUESTRA N°5

Parámetro	Valor máximo admisible	Valor encontrado	Resultado
Coliformes Totales	< 1.1 NMP	80 NMP	No Conforme
Coliformes Fecales	Negativo	Positivo	No Conforme

CUADRO N 25 RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS MUESTRA N° 6

Parámetro	Valor máximo admisible	Valor encontrado	Resultado
Coliformes Totales	< 1.1 NMP	50 NMP	No Conforme
Coliformes Fecales	Negativo	Positivo	No Conforme

CUADRO N 26 RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS MUESTRA N° 7

Parámetro	Valor máximo admisible	Valor encontrado	Resultado
Coliformes Totales	< 1.1 NMP	80 NMP	No Conforme
Coliformes Fecales	Negativo	Positivo	No Conforme

CUADRO N 27 RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS MUESTRA N° 8

Parámetro	Valor máximo admisible	Valor encontrado	Resultado
Coliformes Totales	< 1.1 NMP	80 NMP	No Conforme
Coliformes Fecales	Negativo	Positivo	No Conforme

CUADRO N 28 RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS MUESTRA N° 9

Parámetro	Valor máximo admisible	Valor encontrado	Resultado
Coliformes Totales	< 1.1 NMP	170 NMP	No Conforme
Coliformes Fecales	Negativo	Positivo	No Conforme

CUADRO N 29 RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS MUESTRA N° 10

Parámetro	Valor máximo admisible	Valor encontrado	Resultado
Coliformes Totales	< 1.1 NMP	80 NMP	No Conforme
Coliformes Fecales	Negativo	Positivo	No Conforme

Según los análisis microbiológicos realizados el agua del manantial no cumple con las especificaciones de la Norma Salvadoreña Obligatoria para el Agua Potable, ya que según esta no debe presentar un número menor de 1.1 NMP para los coliformes totales y un valor negativo para los coliformes fecales, los valores encontrados superaron el normado.

CAPITULO V
CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

1. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el agua es un recurso fundamental en las condiciones de salud, bienestar y desarrollo de la población. Es por ello, que la provisión del agua a las comunidades se debe ejercer con gran responsabilidad, tanto en cantidad como en calidad, para que la salud se vea promovida y no comprometida, evitando que se propaguen enfermedades por medio de ella.
2. La calidad de las aguas superficiales cuando se destinan al abastecimiento de las poblaciones debe ser protegida, mantenida y vigilada con especial atención , teniendo en cuenta en cada caso los sistemas de tratamiento para su potabilización
3. De acuerdo a los resultados obtenidos el agua del manantial El Tembladero en su estado natural no es apta para consumo humano, pues no cumple los parámetros de la Norma Salvadoreña Obligatoria para la Calidad del agua Potable.
4. El agua del manantial El Tembladero es clasificada como calidad A2 (4 mg/mL a 6 mg/mL). Según lo indica la directiva del consejo 75/440/CEE. De acuerdo a la cantidad de oxígeno disuelto que contiene, para que pueda ser potable debe dársele tratamiento físico

normal, tratamiento químico y desinfección, por ejemplo, precloración, coagulación, floculación, decantación, filtración y desinfección (cloración final).

5. En general se puede concluir que las aguas de calidad inferior pueden utilizarse solamente si se emplean los tratamientos apropiados que permitan elevar todas sus características a un nivel conforme con las normas de calidad del agua potable.
6. Los análisis fisicoquímicos que se realizan a las aguas, evidencian la contaminación que esta posee ya sea contaminación natural o inducida.
7. Los análisis microbiológicos que se realizan a las aguas, evidencian la contaminación que esta posee ya sea contaminación natural o inducida.

CAPITULO VI
RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

1. Las autoridades o entes sanitarios son los responsables de realizar un control de las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, por lo que tal sentido deben exigir el cumplimiento de la normativa vigente, para brindar a la población agua de calidad y así proteger la salud.
2. Que la Alcaldía en coordinación con los Centros Educativos y la Unidad de Salud, realicen acciones encaminadas a la educación ambiental de tal manera que se pueda proteger la salud pública y tener un impacto en la reducción de la contaminación del medio ambiente.
3. A las familias que se abastecen de agua del manantial El Tembladero se les recomienda que utilicen Puriagua, el cual es suministrado en la Unidad de Salud.
4. Se propone a la ASPADEPLAR que el agua sea filtrada y además clorada para que luego pueda ser distribuida por medio de tuberías a las diferentes viviendas del sector.

5. Que la alcaldía que con la ayuda de la comunidad forme comités para la protección del entorno del manantial, para poder conservarlo y mantenerlo en condiciones óptimas.

6. A las instituciones educativas fomentar los valores de protección de los recursos naturales de la zona, ya que así podrán asegurar su futuro.

7. Dados los resultados obtenidos en las pruebas de Cloro residual, se recomienda agregar 0.5 mg/mL de solución de Cloro para lograr eliminar los microorganismos patógenos presentes en el agua.

BIBLIOGRAFIA

- 1- APHA-AWWA-WBCF. "Métodos normalizados para el análisis de agua potable y residuales". Método 5520, Primera edición. Editorial de Santos S.A. Madrid, España 1992. pág 5-48, 5-49, 5-52, 5-54.
- 2- Aquino E. A. y otros. "Análisis de agua de pozos en La Paz y San Vicente afectados por la tormenta tropical Mitch". Trabajo de graduación Facultad de Química y Farmacia. Universidad de El Salvador. Marzo 2000.
- 3- Casanueva del Canto.R. y otros. Empresa Metropolitana de Obras Sanitarias (Santiago, Chile). "Métodos de evaluación de Proyectos" (Santiago, Ch.), Eremos, 1978. 67 p.
- 4- Colocho Monterrosa, M. E. y otros. "Evaluación Fisicoquímica del agua potable que abastece San Salvador y las Ciudades Principales de la Zona Centra y Occidental del País". Trabajo de graduación Facultad de Química y Farmacia. Universidad de El Salvador. en el transcurso de los años 1970 –1983.
- 5- Dueñas Pacheco, I. C. "Determinación Fisicoquímica y Bacteriológica en el agua del río Suquiapa de la ciudad de Santa Ana y zonas periféricas" Trabajo de graduación. Facultad de Química y Farmacia. Universidad de El Salvador. 1995.

- 6- Espinal, A. M. "Análisis Bacteriológico y Fisicoquímico de agua de consumo del Municipio de San Miguel". Trabajo de graduación. Facultad de Química y Farmacia .Universidad de El Salvador. 1993.
- 7- García Rodríguez, F. J. " Análisis Bacterioógico y Fisicoquímico de las aguas de pozos del cantón Tecualuya departamento de La Paz". Facultad de Ciencias Agronomicas. Universidad de El Salvador. 1993.
- 8- HACH Company. "Manual para Análisis de aguas" Estados Unidos de America. 2000.
- 9- Mazzini, J. Cepis (Lima, Perú) "Proyecto de desarrollo tecnológico de las Instituciones de abastecimiento de agua potable y alcantarillado" (Lima, Pe.) Cepis,1979. 33b.
- 10- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales - Patrimonio Natural. Los recursos hídricos. Consultado Agosto 2003. Contacto caguilar@marn.gob.sv
- 11- Nalco Chemical Company. "Manual del agua, su naturaleza, tratamiento y aplicaciones". Mac Callium, tomo I Mac Graw Hill INC. pág 1-1, 2.1, c.1.
- 12- OMS (Organización Mundial de la Salud) / OPS (Organización Panamericana de la Salud). "Guías para la calidad del agua potable". Washington D.C. 1995.
- 13- . <http://inged.org/songs/agua.html> "Control de Calidad del Agua a nivel Centroamericano". Canadá/Chile,1993-1996.

GLOSARIO

Cloro: Un elemento químico que se utiliza para matar microorganismos presentes en el agua.

A temperatura ambiente y presión atmosférica es un gas amarillo. (12)

Cloro Residual: Porción del cloro libre o combinado, que permanece activo después de un período de tiempo especificado. (12)

Cloración: Es la adición de Cloro gas o Compuestos de Cloro al agua, con el propósito de desinfectarla. (12)

Dilución: Es el bajar la concentración de una solución, mediante la adición de más solvente.(6)

El factor de dilución, es la relación volumétrica entre solvente y soluto(7).

Desinfección: Es la destrucción de la mayoría de los microorganismos dañinos por medios químicos, por calor, por luz ultravioleta, etc.(7)

Materia orgánica: Comprende a las moléculas naturales y artificiales, que contienen Carbono e Hidrógeno. Toda la materia viva presente en el agua, es de moléculas orgánicas. (11)

Partículas: Normalmente se refieren a sólidos de tamaño lo suficientemente grande para poder ser eliminados por una filtración.(11)

Mg/L: Una de las unidades de medición más comunes en el análisis de agua, en soluciones muy diluidas como es el caso de las aguas naturales, es equivalente a partes por millón (ppm). (13)

Sedimentación: Un tratamiento primario en los sistemas de agua municipal. El agua es mantenida en reposo por un tiempo determinado, para permitir que los sólidos sedimentables puedan separarse de los demás sólidos. (11).

ANEXOS

ANEXO 1

ENCUESTA



Universidad de El Salvador
Facultad de Química y Farmacia

Encuesta sobre suministro de agua y prevalencia de enfermedades

Número _____

Datos generales

1- Cuantas personas habitan esta casa _____

Cuantos menores de doce años _____

Cuantos mayores de doce años _____

Sexo M _____ F _____

Nombre de la comunidad _____

Historia ecológica social

2- Consumen agua del manantial El Tembladero si _____ no _____

3- Consumen agua de pozo si _____ no _____

4- Consumen agua de otro manantial si _____ no _____ donde _____

5- Hierve el agua antes de consumirla si _____ no _____

6- Le ha dado algún tratamiento al agua

Cloro _____

Legía _____

Otro _____

Ninguno _____

7- Presenta algún color ,olor ó sabor el agua que usted consume si _____ no _____
tierra _____

veneno _____

otro _____

8 –Cuál es el uso del agua

beber _____

lavar _____

otro _____

Historia Médica

9 - Presenta dolor abdominal (de estómago) después de haber bebido el agua del manantial el tembladero antes de 15 minutos

Si_____ no_____

Después de 15 minutos si_____ no_____

10- Padece diarrea frecuente si_____ no_____

11- Si la respuesta anterior fue si, cada cuanto la padece

Semanalmente_____

Quincenalmente_____

Mensualmente_____

Otro_____

12- Padece usted de alguna otra enfermedad

si_____ no_____

13 -Cuál / Cuales

Diabetes_____

Infección tracto urinario_____

Hipertensión arterial_____

Hígado_____

Artritis_____

Nervios_____

Infecciones respiratorias_____

Otro_____

14 - Desde cuando la padece_____

Tiene control_____ donde_____

Historia familiar

15 - Algún integrante de su familia sufre de alguna enfermedad

si_____ no_____

parentesco_____

enfermedad_____

Historia laboral

16 -Cuál es su principal ocupación ú oficio_____

ANEXO 2

ESPECIFICACIONES DE TURBIDIMETRO

Measurement Method: Ratio Nephelometric signal (90°) scatter light ratio to transmitted light.

Range: 0-1000 NTU with automatic decimal point placement or manual range selection of 0-9.99, 0-99.9 and 0-1000 NTU.

Accuracy: $\pm 2\%$ of reading plus stray light from 0-1000 NTU

Resolution: 0.01 NTU on lowest range.

Repeatability: $\pm 1\%$ of reading or 0.01 NTU, whichever is greater
(with gelex standars)

Response Time: 6 seconds for full step change without signal averaging in constant reading mode.

Stray light: <0.02 NTU

Standardization: formazin primary standards

Secondary Standards: Gelex secondary standars

Display: Four – digit liquid crystal; 10.16 mm(0.4 in) high digits with custom icons.

Light Source: Tungsten filament lamp; lamp light typically greater than 100,000 readings

Detectors: Silicon photovoltaic

Signal Averaging: Operator selectable on or off

Sample Cells: (Height X width) 60.0 x 25 mm (2.36 x 1 in). Borosilicate glass with screw caps, marking band and fill line.

Sample Required: 15 ml (0.5 onz)

Storage Temperature: - 40 to 60 °C (- 40 to 140 °F) (instrument only)

Operating Temperature: 0 to 50 °C (32 to 122 °F) (instrument only)

Operating Humidity Range: 0 to 90 % RH noncondensing at 30 °C ; 0 to 80 % RH noncondensing at 40 °C; 0 to 70% RH noncondensing at 50 °C.

Power Requirement: Four AA Alcaliny cells or optional battery eliminator

Battery Life: Typically 300 tests with signal average mode on

Battery Eliminator (Optional): For 120 V eliminator: CSA and UL approved for 120 VAC ± 10%, 50 Hz, 6 V at 900 mA DC output

Enclosure: High impact ABS plastic.

Dimensions: 22.2 x 9.5 x 7.9 cm (8.75 x 3.75 x 3.12 in)

Instrument Weight: 520 Kg (1 lb 2.5 oz)

Shipping Weight: 3.1 Kg (6 lbs 8.5 oz)

ANEXO 3

ESPECIFICACIONES DEL ESPECTROFOTOMETRO HACH DR / 2000

(Specifications subject to change without notice)

Wavelength Range: 400 – 900 nm

Bandwidth: 12 ± 2 nm at 600 nm

***Wavelength accuracy:** ± 2 nm from 400 – 700 nm; ± 3 nm from 700 – 900 nm

Wavelength Resolution : 1 nm

Monochromator Design : Littrow Prism, Aspheric Optics

Wavelength Selection: Manual

Wavelength Readout: 3 – digit LCD, 0.5 – cm Character Height

Photometric Linearity: ± 0.002 A (0 – 1 A 500 nm – constant on mode)

Photometric Reproducibility: ± 0.005 A (0 – 1 A in the constant on mode)

Source Lamp: Halogen Tungsten

Detector: Silicon Photodiode, UV enhanced

Data Readout: 4 – digit LCD, 1.5 – cm Character Height

Message Display: 16 character LCD dot – matrix, 0.6 – cm character Height

Operation Modes: Momentary, constant On

Readout Modes: Transmittance, Absorbance, Concentration

Readout Languages: Selectable by menu: English, French, Italian, Spanish, Portuguese, German, Dutch, Norwegian, Swedish, danish, finnish, Turkish, Greek, Japanese

External Outputs: RS232 Serial, (printer optional) 0 – 1 V Analog

Line Power: 110V, 50 Hz. Optional battery eliminator/charger for 110/220V, 50/60 Hz

Battery Power: Rechargeable 8V sealed lead – acid (optional) or 6 – battery “D”
Cell Pack. Holder supplied.

Dimensions: 22 x 24 x 11 cm (8.75 x 9.5 x 4.375 in)

Weight: Net weight is 2 Kg (4.5 lbs); Shipping weight is 6.8 Kg (15 lbs)

Dinamic Range: 0 – 2 A (100 : 1)

Stray Light: < 1.0% at 400 nm

Bulb Light: 2000 hours; >1,000000 measurement cycles

Rechargeable Battery Life (optional): 100 measurement cycles charger not included but available as optional accessory.

Battery Weight (optional rechargeable): Net weight is 1.1 Kg (2.5 lbs); Shipping weight is 2.2 Kg (5 lbs)

Temperature Range: 0 to 40 °C (32 to 104 °F operating range).

ANEXO 4

ESPECIFICACIONES DEL pH – METRO

(Specifications subject to change without notice)

Meter (Model 43800 – 00)

Range: - 1.99 to 19.99 pH, millivolts 0 to ± 1999 mV, temperature – 5 to 105 °C

Relative Accuracy: pH ± 0.01 pH, millivolts $\pm 0.10\%$ of reading ± 0.2 mV, temperature ± 0.5 °C

Resolution: pH 0.001 pH, millivolts 0.1 mV (0 to 999.9 mV), 1 mV (± 1000 mV to ± 1999 mV) temperature 0.1 °C

Input Impedance: 10^{12} ohms

Temperature Storage Range: - 40 to 60 °C (electrode stored dry)

Operating Temperature Range: 0 to 50 °C

Temperature Compensation Range: measurements in pH Mode – 5 °C to 105 °C, Automatic Buffer Recognition Calibration Mode 0 to 60 °C

Operating Humidity: 0 to 90% relative humidity, noncondensing

Power Save Feature: The instrument powers down if a key is not pressed within six minutes.

Electrode: Model 44200 – 21 Hach One pH Electrode with Ag/AgCl reference and temperature sensor with BNC connector

Power Requirements: 6 Volt J Battery

Battery Life: *More than 40 hours under continuous use*

Size: 23L x 9W x 7cmH (9 x 3 ½ x 2 ½")

Shipping Weight: 1.8 Kg (4 lbs)

Electrode (Model 44200 – 21)

Range: 0 – 14 pH units

Isopotential Point: 7 ± 0.2 pH

Electrode Resistance: less than 100 megohms at 25 °C (new)

Temperature Range: Continuous Use 0 to 45 °C (32 to 113 °F), Intermittent Use 0 to 100 °C (32 to 212 °F), Storage – 40 to 60 °C (- 40 to 140 °F)

Reference Element: Silver/Silver Chloride

Electrode Diameter: 10.5 mm (0.41")

Electrode Length: 14 cm (5.5")

Cable Length: 91.5 cm (36")

ANEXO 5

ESPECIFICACIONES DE OXIMETRO

Oxygen Measurement:

Range 0 – 20 mg/L (ppm)

0 – 200% Sat

Accuracy $\pm 1\%$ FS

Temperature - 5.0 to 45.0 °C

Resolution:

Oxygen Concentration 0.01 or 0.1 ppm (mg/L)

% Saturation 0.1 % air

Temperature 0.1 °C

Display

Custom LCD

Inputs

8 pin DIN, power, RS232C

Outputs

RS232C

Power requirements

One 9V alkaline battery, or one 9V lithium battery, or line adapter for 110 or 220

VAC, 50/60 Hz wall outlet

Input impedance

> 10^{12} ohms

Instrument drift

< 50 microvolts/°C

Input bias current

< + 1 picoamp at 25 °C and

< + 4 picoamps over full operating range

Environmental requirements

4 to 45 °C and 5 to 85% relative humidity, non – condensing

Meter dimensions

8.08 x 3.26 x 1.90 inches

Case

Dust and Splash Resistant, Chemical Resistant

Probe Dimensions (Model 50180)

Probe Length	105 mm
Body Diameter	12 mm
Cap	18 mm dia. X 73 mm
Cable Length	3 meters
Connector	8 pin DIN

ANEXO 6

ESPECIFICACIONES DEL CONDUCTIVIMETRO

(subject to change without notice)

Ranges

Conductivity: 0 – 199.9 $\mu\text{S/cm}$, 0 – 19.99 ms/cm

Total Dissolved Solids: 0 – 199.9 mg/L , 0 – 1.999 g/L , 0 – 19.99 g/L

Temperature: 0 – 100.0 $^{\circ}\text{C}$

Accuracy, w/standard probe (25 $^{\circ}\text{C}$ sample and 25 $^{\circ}\text{C}$ ambient temperature)

Conductivity: $\pm 1\%$ of reading plus ± 2 lsd

Total Dissolved Solids: $\pm 1\%$ of reading plus ± 2 lsd on two lowest

Ranges, $\pm 2\%$ of reading plus ± 2 lsd on 0 – 19.99 g/L range

Temperature: ± 0.5 $^{\circ}\text{C}$ ± 1 lsd from 0 to 70 $^{\circ}\text{C}$

± 1 $^{\circ}\text{C}$ typical from 70 $^{\circ}\text{C}$ to 100 $^{\circ}\text{C}$

Accuracy, w/probe with 10 – foot cable (25 $^{\circ}\text{C}$ sample and 25 $^{\circ}\text{C}$ ambient temperature)

Conductivity: $\pm 2\%$ of reading

+ 1.7 to – 2.3% of reading

Total Dissolved Solids: $\pm 2\%$ of reading

+ 1.4 to – 2.6% of reading

Temperature: ± 0.5 $^{\circ}\text{C}$ ± 1 lsd from 0 to 70 $^{\circ}\text{C}$

± 1 $^{\circ}\text{C}$ typical from 70 $^{\circ}\text{C}$ to 100 $^{\circ}\text{C}$

Resolution, maximum

Conductivity: 0.1 $\mu\text{S/cm}$

Total Dissolved Solids: 0.1 mg/L

Temperature: 0.1 °C

Zero Error, w/standard probe (conductivity and TDS)

± 2 counts at 25 °C

± 5 counts at 0 °C

Zero Error, w/probe with 10 – foot cable (conductivity and TDS)

± 4 counts at 25 °C

± 8 counts at 0 °C

Temperature Compensation

Automatic from 0 to 100 °C for both conductivity and TDS measurements

Coefficient of 2%/°C from 25 °C

Probe

Thermistor Sensor

Cell Constant of 2/cm

No field effects

Constructed of corrosion-resistant materials (Noryl, Tungsten, 316 stainless steel)

Cable length 1 meter

Display

3 ½ digit LCD with 0.45" numeric digits and annunciators for units of measure and low battery warning

Operating Temperature (ambient)

0 °C to 50 °C

Storage Temperature

- 40 to 60 °C

Sample Temperature Range

0 to 100 °C in all ranges

Operating Humidity Range

0 to 90% noncondensing

Power Supply

Four AA batteries good for approximately 100 hours

Case

25.4 cm x 19 cm x 10.2 cm (10" x 7.5 x 4") polyethylene plastic

Weight

Net: 1.02 Kg (2 lbs, 4 oz)

Shipping: 1.47 Kg (3 lbs, 4 oz)

ANEXO 7

COMPOSICION Y PREPARACION DEL MEDIO DE CULTIVO FLUOROCULT

COMPOSICION (g/litro) :

Triptosa	5.0
Cloruro Sódico	5.0
Sorbita	1.0
Triptófano.....	1.0
Hidrógenofosfato dipotásico	2.7
Dihidrógenofosfato Potásico	2.0
Laurilsulfato, sal sódica.....	0.1
5 -bromo -4 -cloro -3 -indolil -â - D - galactopiranosido (X -GAL)....	0.08
4 - Metilumbeliferil - â - D - Glucorónido (MUG).....	0.05
1 - Isopropil - â - D - 1 – Tiogalactopiranosido.....	0.1

PREPARACION :

Disolver 17.0 gramos en un litro de agua desmineralizada, introducir en tubos de ensayo, tratar en la autoclave (15 minutos a 121° C), pH 6.8 ± 0.2 a 25 ° C

ANEXO 8

Índice de NMP (Índice basado en 95% de límite de confiabilidad)

Número de tubos con reacción positiva entre

5 muestras sin diluir (factor de dilución -1)	5 diluciones de 10 (factor de dilución -10)	5 diluciones de 100 (factor de dilución de -100)	Índice NMP por 100 mL
0	0	0	<2
0	0	1	2
0	1	0	2
0	2	0	4
1	0	0	2
1	0	1	4
1	1	0	4
1	1	1	6
1	2	0	6
2	0	0	4
2	0	1	7
2	1	0	7
2	2	0	9
2	2	0	9
2	3	0	12
3	0	0	8
3	0	1	11
3	1	0	11
3	1	1	14
3	2	0	14
3	2	1	17
4	0	0	13
4	0	1	17
4	1	0	17
4	1	1	21
4	1	2	26
4	2	0	22
4	2	1	26
4	3	0	27
4	3	1	33
4	4	0	34
5	0	0	23
5	0	1	30
5	0	2	40
5	1	0	30
5	1	1	50
5	1	2	60

5 muestras sin diluir (factor de dilución -1)	5 diluciones de 10 (factor de dilución -10)	5 diluciones de 100 (factor de dilución de -100)	Indice NMP por 100 mL
5	2	0	50
5	2	1	70
5	2	2	90
5	3	0	80
5	3	1	110
5	3	2	140
5	3	3	170
5	4	0	130
5	4	1	170
5	4	2	220
5	4	3	280
5	4	4	350
5	5	0	240
5	5	1	300
5	5	2	500
5	5	2	900
5	5	3	1600
5	5	4	mayor que 1600

ANEXO 9

MAPA DEL MUNICIPIO DE PANCHIMALCO

