

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



**DETERMINACION DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS Y  
MICROBIOLOGICOS EN AGUA DE CONSUMO HUMANO EN LA COLONIA  
LOS NARANJOS, APOPA, SAN SALVADOR.**

**TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:**

**SILVIA ADELINA MELARA QUINTANILLA**

**PARA OPTAR AL GRADO DE**

**LICENCIADA EN QUIMICA Y FARMACIA**

**ABRIL, 2016**

**SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA.**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR INTERINO**

LIC. JOSE LUIS ARGUETA ANTILLON

**SECRETARIA GENERAL INTERINA**

DRA. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA

**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**

**DECANO**

LIC. SALVADOR CASTILLO AREVALO

**SECRETARIO**

MAE. ROBERTO EDUARDO GARCÍA ERAZO

DIRECCION DE PROCESO DE GRADUACION

**DIRECTORA GENERAL**

MSc. Ena Edith Herrera Salazar

**TRIBUNAL CALIFICADOR**

**COORDINADORA DE AREA DE MICROBIOLOGIA**

MSc. Amy Elieth Morán Rodríguez

**COORDINADORA DE AREA DE GESTION AMBIENTAL**

**CALIDAD AMBIENTAL**

MSc. Cecilia Haydee Gallardo de Velásquez.

**DOCENTES ASESORES**

Lic. Guillermo Antonio Castillo Ruiz

Lic. Ramón Alberto Murcia

MSc. Ena Edith Herrera Salazar

## **AGRADECIMIENTOS**

- A mi papá Nelson Antonio Melara Díaz y mi mamá Ana Silvia Quintanilla de Melara quienes todo el tiempo me apoyaron económicamente para culminar esta etapa de mi vida.
- A amado hijo Jabes Esteban Flores Melara y hermana Rebeca Yamibel Melara Quintanilla por apoyarme incondicionalmente en todo este proceso.
- A Dios, por brindarnos la fuerza, salud y sabiduría para seguir adelante.
- A mis asesores MSc. Ena Edith Herrera Salazar Lic. Guillermo Antonio Castillo Ruiz y Lic. Ramón Alberto Murcia, por su apoyo, tiempo y dedicación a lo largo de todo el proceso.
- A mis coordinadoras de Área: MSc. Cecilia Haydee Gallardo de Velásquez y MSc. Amy Elieth Moran Rodríguez por la paciencia y acertadas observaciones durante el desarrollo de esta investigación.
- A todos los que de manera directa o indirecta hicieron posible la realización de este trabajo de graduación.

## **DEDICATORIA**

- A Dios: por permitirme alcanzar esta meta brindándome la sabiduría y perseverancia para tener la plena confianza que todas las metas se pueden lograr a través de él.
- A mi Hijo Jabes Esteban Flores Melara por ser mi motivación desde el inicio hasta el final de mi carrera.
- A mis padres: Nelson Antonio Melara Díaz y Ana Silvia Quintanilla de Melara por brindarme su apoyo incondicional, por guiarme con mucho amor en el camino de la vida y por sus esfuerzos para lograr mi formación profesional y personal.
- A mi hermana: Rebeca Yamibel Melara Quintanilla, por brindarme todo su apoyo incondicional a largo de mi formación profesional.
- Mario Benavides que me brindó su apoyo incondicional a lo largo de mi formación profesional.

## INDICE

	Pág.
Resumen	
Capítulo I	
1.0 Introducción	XXI
Capítulo II	
2.0 Objetivos	
2.1 Objetivo General	24
2.2 Objetivos Específicos	24
Capítulo III	
3.0 Marco Teórico	26
3.1 El agua	26
3.1.1 Generalidades	26
3.1.2 Fuentes de agua	28
3.1.3 Tipos de agua	29
3.2 Definición técnica de agua potable	30
3.3 Índices de calidad del agua.	30
3.4 Análisis fisicoquímico de agua potable.	31
3.4.1 Color.	31
3.4.2 Olor.	32

	Pág.
3.4.3 Sabor.	32
3.4.4 Temperatura.	32
3.4.5 Determinación de pH.	33
3.4.6 Solidos disueltos totales.	34
3.4.7 Dureza total	35
3.4.8 Hierro.	36
3.4.9 Manganeso.	38
3.4.10 Arsénico.	39
3.4.11 Plomo.	41
3.5 Espectroscopia.	42
3.5.1 Espectrofotometría de adsorción atómica	43
3.6 Enfermedades hídricas en El Salvador.	43
3.6.1 Enfermedades comunes de la población del río Acelhuate.	44
3.6.2 Enfermedades Diarreicas Agudas (EDAS)	45
3.7 Determinación de parámetros microbiológicos.	46
3.7.1 Bacterias Coliformes totales.	46
3.7.2 Bacterias coliformes fecales	47
3.7.3 <i>Escherichia coli</i> .	48
3.7.4 Conteo de bacterias heterótrofas.	49

	Pág.
3.7.5 Bacterias aerobias mesófilas.	49
3.7.6 Organismo Patógeno, <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .	50
3.8 Ubicación geográfica.	50
3.8.1 Colonia Los Naranjos del municipio de Apopa, San Salvador	50
3.8.2 Abastecimiento de agua potable.	51
Capitulo IV	
4.0 Diseño Metodológico	53
4.1 Tipo de estudio.	53
4.2 Investigación bibliográfica.	53
4.3 Investigación de campo.	54
4.4 Tipo de muestreo.	54
4.5 Investigación experimental (laboratorio)	54
4.5.1 Recolección de las muestras.	54
4.5.2 Procedimientos de agua de grifo.	55
4.5.3 Determinación de parámetros organolépticos	56
4.5.4 Determinación de parámetros físicos.	57
4.5.5 Determinación de parámetros químicos.	59
4.5.6. Determinación de Análisis microbiológicos	63



	Pág.
Capítulo V	
5.0 Resultados y Discusión de Resultados	68
Capítulo VI	
6.0 Conclusiones	92
Capitulo VII	
7.0 Recomendaciones	95
Bibliografía	
Glosario	
Anexos	

## INDICE DE ANEXOS

### Anexo N°

1. Límites máximos establecidos en la Norma Salvadoreña Obligatoria (NSO) 13.07.01:08, Agua. Agua potable.
2. Equipos, materiales y reactivos para las determinaciones fisicoquímicas y microbiológicas.
3. Preparación y estandarización de reactivos
4. Ubicación geográfica de zona de muestreo.
5. Esquematización de la colonia los naranjos.
6. Esquemas de análisis para determinaciones microbiológicas
7. Longitudes de onda para determinación de metales pesados
8. Cálculos para determinación de sólidos disueltos totales y dureza
9. Preparación de estándares de metales hierro, manganeso, Arsénico y plomo para curva de calibración
10. Fotografías de las determinaciones realizadas en la parte experimental
11. Lecturas realizadas por el equipo de absorción atómica para Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Arsénico (As), Plomo (Pb).

12. Certificados de análisis microbiológicos de Bacterias heterótrofas, Bacterias mesófilas aerobias, coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli* y *Pseudomona aeruginosa*.
13. Número más probable (NMP) para diversas combinaciones de resultados positivos y negativos cuando se utilizan cinco porciones de 10 mL, cinco porciones de 1mL y cinco porciones de 0.1 mL.
14. Informe de resultados para Alcaldía de Apopa.

## INDICE DE CUADROS

Cuadro N°		pág
1.	Interpretación de la Dureza	36
2.	Valores promedio obtenidos en época seca y época lluviosa para la determinación de color verdadero Pt-Co en agua de grifo de la colonia Los Naranjos.	69
3.	Resultado promedio obtenido en época seca y época lluviosa para la determinación de olor en agua de grifo de la colonia Los Naranjos.	71
4.	Resultado promedio obtenido en época seca y época lluviosa para la determinación de sabor en agua de grifo de la colonia Los Naranjos.	72
5.	Resultado promedio obtenido en época seca y época lluviosa para la determinación de temperatura en agua de grifo de la colonia Los Naranjos.	73
6.	Valores promedio obtenidos en época seca y época lluviosa para la determinación de Sólidos Disueltos totales en agua de grifo de la colonia Los Naranjos.	74
7.	Valores promedio obtenidos en época seca y época lluviosa para la determinación de pH en agua de grifo de la colonia Los Naranjos.	75

8.	Valores promedio obtenidos en época seca y época lluviosa para la determinación de hierro de agua de grifo de la colonia Los Naranjos.	77
9.	Valores promedio obtenidos en época seca y época lluviosa para la determinación de manganeso de agua de grifo de la colonia Los Naranjos.	78
10.	Valores promedio obtenidos en época seca y época lluviosa para la determinación de arsénico de agua de grifo de la colonia Los Naranjos.	80
11.	Valores promedio obtenidos en época seca y época lluviosa para la determinación de plomo de agua de grifo de la colonia Los Naranjos.	82
12.	Valores promedio obtenidos en época seca y época lluviosa para la determinación de dureza de agua de grifo de la colonia Los Naranjos.	83
13.	Valores promedio obtenidos en época seca y época lluviosa para la determinación de coliformes totales de agua de grifo de la colonia Los Naranjos.	85

Cuadro N°		pág.
14.	Valores promedio obtenidos en época seca y época lluviosa para la determinación de coliformes fecales de agua de grifo de la colonia Los Naranjos.	85
15.	Valores promedio obtenidos en época seca y época lluviosa para la determinación de <i>Escherichia coli</i> de agua de grifo de la colonia Los Naranjos.	86
16.	Valores promedio obtenidos en época seca y época lluviosa para la determinación de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> de agua de grifo de la colonia Los Naranjos.	87
17.	Valores promedio obtenidos en época seca y época lluviosa para la determinación de bacterias heterótrofas de agua de grifo de la colonia Los Naranjos.	88
18.	Valores promedio obtenidos en época seca y época lluviosa para la determinación de aerobias mesófilas de agua de grifo de la colonia Los Naranjos.	89

## INDICE DE FIGURAS

Figura N°		pág
1.	Molécula del agua	26
2.	Ubicación geográfica de la colonia Los Naranjos, Municipio de Apopa, Departamento de San Salvador.	51

## INDICE DE TABLAS

Tabla N°		pág.
1.	Distribución del agua en la Tierra	28
2.	Comportamiento de casos de Diarreas, Ministerio de Salud (semana 1 a 50 del año 2007-2011).	45



## **ABREVIATURAS**

- APHA: American Public Health Association.
- CONACYT: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- EDTA: ácido Etilendiaminotetracético.
- Kg: kilogramo.
- Km<sup>3</sup>: kilómetro cúbico.
- mg: miligramo.
- MINSAL: Ministerio de Salud de El Salvador.
- NMP: Número más probable.
- nm: nanómetro
- NSO: Norma Salvadoreña Obligatoria.
- OMS: Organización Mundial de la Salud.
- UFC: Unidades Formadoras de Colonias.

## RESUMEN

El agua es el líquido con mayor importancia a nivel mundial, ya que es fundamental en el desarrollo de la vida humana, animal y vegetal, además de ser uno de los constituyentes más abundantes del planeta.

El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de determinar parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en agua de consumo humano en la colonia Los Naranjos, Apopa, San Salvador.

Se tomaron por triplicado 8 muestras para cumplir con los requerimientos de las pruebas físicas, químicas y microbiológicas en dos tiempos distintos, época seca y lluviosa. Tomando en cuenta la distribución del sistema de agua potable, los puntos de muestreo se ubicaron al principio en medio y al final del pasaje.

La calidad del agua se determinó mediante la evaluación de parámetros organolépticos y físicos (color, olor, sabor, pH, temperatura, sólidos totales disueltos), químicos (dureza total, hierro, manganeso arsénico y plomo) y microbiológicos (bacterias coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli*, recuento total de bacterias heterótrofas, aerobias mesófilas y organismo patógeno *Pseudomonas aeruginosa*), tomando como referencia lo establecido en la American Public Health Association (APHA). Luego se compararon los resultados con los límites máximos permitidos por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 para agua y agua potable.

Posterior a la realización de los análisis se determinó tanto en época lluviosa como en época seca que el agua de grifo cumple con los límites máximos establecidos para los parámetros físicos, organolépticos y microbiológicos seleccionados, caso contrario ocurre con los resultados obtenidos en análisis del parámetro químico arsénico ya que 8 grifos que representan el 50% de los

grifos muestreados en época seca y los 8 grifos que representan 100% de los grifos muestreados en época lluviosa sobrepasan los límites máximos permisibles de arsénico según la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable.

Por lo tanto, el agua de grifo de la colonia Los Naranjos de Apopa no es apta para el consumo humano y representa un riesgo a la salud de la población, debido a los elevados niveles de arsénico encontrados en ambas épocas de muestreo. La exposición prolongada al arsénico a través del consumo de agua y alimentos contaminados puede causar cáncer y lesiones cutáneas, por lo que se recomienda realizar análisis posteriores para dar monitoreo a la calidad del agua que es suministrada, así mismo que las autoridades competentes den seguimiento a las posibles causas de contaminación para ejecutar las acciones correctivas requeridas.

Los resultados de esta investigación se dieron a conocer a la Alcaldía Municipal de Apopa a través de un informe.

**CAPITULO I  
INTRODUCCION**

## 1.0 INTRODUCCION

El agua es un líquido esencial para todas las formas de vida conocida por el hombre, incluida la humana, siendo por ello importante garantizar que cumpla con parámetros de calidad que respalden su seguro consumo.

En la colonia Los Naranjos del municipio de Apopa ubicado en el Departamento de San Salvador, se abastece el vital líquido a 16 pasajes que albergan 28 viviendas cada uno, haciendo un total de 448 hogares (2,240 habitantes), el agua proviene de un pozo ubicado dentro de la colonia y se encuentra a 200 metros del río Acelhuate. Al desconocer los habitantes la calidad de agua que consumen. Con el fin de verificar la calidad del agua suministrada, se realizaron las determinaciones en época seca y época lluviosa para los parámetros organolépticos, físicos (color, olor, sabor, pH, temperatura, sólidos totales disueltos), químicos (dureza total, hierro, manganeso arsénico y plomo) y microbiológicos (Bacterias coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli*, recuento total de bacterias heterótrofas, aerobias mesófilas y organismo patógeno *Pseudomonas aeruginosa*), tomando como referencia lo establecido en la American Public Health Association (APHA), comparando los resultados con los límites permitidos por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 para agua y agua potable.

Los análisis microbiológicos y químicos se llevaron a cabo en el Laboratorio de Investigación Químico y Biológico (IQB) y los análisis organolépticos, físicos y químicos en los laboratorios de la Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador.

A través de los resultados obtenidos en la investigación es posible inferir que el agua de grifo de la colonia Los Naranjos de Apopa no es apta para el consumo humano, lo cual representa un riesgo a la salud de la población, debido a los elevados niveles de arsénico encontrados en ambos épocas de muestreo, por

lo que se recomienda que el Ministerio de Salud y la Alcaldía de Apopa tengan una participación activa en la concientización de los graves problemas a la salud que pueden ocasionar los contaminantes en el suministro de agua, con el fin de establecer un monitoreo a través del análisis de parámetros de calidad requeridos por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable.

La investigación se realizó en el periodo comprendido de enero 2013 hasta abril de 2016.

**CAPITULO II**  
**OBJETIVOS**

## 2.0 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo General

Determinar parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en agua de consumo humano en la colonia Los Naranjos, Apopa, San Salvador

### 2.2 Objetivos Específicos

- 2.2.1 Tomar muestra de agua de grifo en 8 casas ubicadas en la colonia Los Naranjos Apopa, San Salvador.
- 2.2.2 Analizar parámetros físicos y organolépticos (color, olor, sabor, pH, temperatura, sólidos totales disueltos) y los parámetros químicos (dureza total, hierro, manganeso, arsénico y plomo).
- 2.2.3 Identificar la presencia o ausencia de bacterias coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli*, recuento total de bacterias heterótrofas, aerobias mesófilas y *Pseudomonas aeruginosa*.
- 2.2.4 Comparar los resultados obtenidos de los análisis físicos químicos, microbiológicos y organolépticos con los valores permitidos por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Agua, Agua potable.
- 2.2.5 Dar a conocer los resultados a los miembros de la Unidad Medio Ambiental de la Alcaldía de Apopa, San Salvador.



**CAPITULO III**  
**MARCO TEORICO**

### 3.0 MARCO TEORICO

#### 3.1 El agua <sup>(2)</sup>

El término agua proviene del latín aqua el cual tiene el mismo significado y es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida.

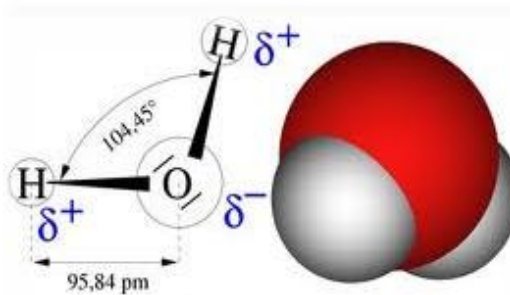


Figura N°1. Molécula del agua

##### 3.1.1 Generalidades <sup>(3)(2)</sup>

El agua se encuentra en abundancia en muchos minerales, por ejemplo el yeso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Además, aparece en todos los tejidos animales y vegetales; constituye alrededor del 70% del cuerpo humano y más del 90% de vegetales como el pepino y la sandía.

Junto con el amoníaco y el fluoruro de hidrogeno, el agua se distingue de otros hidruros covalentes por los fuertes enlaces de hidrogeno que existen entre moléculas adyacentes. A pesar de la capacidad del ion fluoruro Para formar enlaces de hidrogeno más fuertes, las uniones de hidrógeno alcanzan su valor pico en el agua porque hay dos protones disponibles por molécula. El fluoruro de hidrogeno sólo tiene un protón disponible por molécula y el amoníaco sólo tiene un sitio libre por molécula para la unión con el hidrógeno.

Debido a la extensa unión con el hidrógeno, las propiedades físicas del agua son singulares entre los demás hidruros.

La más obvia es la existencia de agua como líquido en condiciones normales. Todos los demás hidruros covalentes son gases. El calor de fusión y el punto de fusión, el calor de vaporización y el punto de ebullición, el calor específico, la tensión superficial, la viscosidad y la constante dieléctrica del agua son todos mucho más elevados, en valores absolutos, que los de otros hidruros covalentes. El mundo que conocemos sería imposible sin estas propiedades inusuales del agua.

Actúa como solvente en especial de compuestos iónicos, como ligando, como ácido base, y como agente oxidante o reductor.

En trazas, a menudo es catalizador. Las propiedades ácido-base se estudian más adelante.

Debido a su fuerte dipolo permanente, a menudo actúa como ligando de sustancias complejas. Casi todos los cationes forman uno o más hidratos, los cationes divalentes se hidratan más que los monovalentes debido a sus campos electromagnéticos mayores. Los cationes de mayor tamaño (p.ej. el cesio) no se hidratan por poseer menores fuerzas de campo. Muchos aniones se hidratan, ejemplo:  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , en realidad es  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4][\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}]$ .

El agua actúa como solvente de un inusitado rango de sustancias. Esta acción es consecuencia de una o más de sus propiedades, tamaño pequeño, fuerte dipolo permanente, elevada constante dieléctrica y disponibilidad de protones para las uniones de hidrógeno. <sup>(5)</sup>

El agua destinada al consumo humano es la que sirve para beber, cocinar, preparar alimentos u otros usos domésticos. Cada país regula la calidad del agua destinada al consumo humano; la cual establece que no puede contener

ningún tipo de microorganismo, parásito o sustancia, en una cantidad o concentración que pueda suponer un peligro para la salud humana. Así debe estar totalmente exenta de las bacterias. (2)

### 3.1.2 Fuentes de agua (1)

El agua cubre el 71% de la superficie terrestre. En nuestro planeta, se localiza principalmente en los océanos donde se concentra el 96,5% del agua total, los glaciares y casquetes polares tiene el 1,74%, los depósitos subterráneos en (acuíferos), y los glaciares continentales suponen el 1,72% y el restante 0,04% se reparte en orden decreciente entre lagos, la humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos.

Tabla N°1. Distribución del agua en la Tierra. (1)

Situación del agua	volumen en Km <sup>3</sup>			
	agua dulce	agua salada	%agua dulce	% agua total
Océanos y mares	-	1.338.000.000	-	96,5
Casquetes y glaciares polares	24.064.000	-	68,7	1,74
Aguas subterráneas saladas	-	12.870.000	-	0,94
Agua subterránea dulce	10.530.000	-	30,1	0,76
Glaciales continentales	300	-	0,86	0,022
Lagos de agua dulce	91	-	0,26	0,007
Lagos de agua salada	-	85,4	-	0,006
Humedad del suelo	16,5	-	0,05	0,001
Atmosfera	12,9	-	0,04	0,001
Embalses	11,47	-	0,03	0,0008
Ríos	2,12	-	0,006	0,0002
Aguas Biológicas	1,12	-	0,003	0,0001
Total agua dulce	35.029.110		100	-
Total agua en la tierra	1.386.000.000		-	100

Solamente el 3% del volumen del agua es dulce. De esto un 1 % está en estado líquido. El 2% restante se encuentra en estado sólido en capas, campos y plataformas de hielo o banquisas en las latitudes próximas a los polos. Fuera de las regiones polares el agua dulce se encuentra principalmente en humedales y, subterráneamente, en acuíferos. (1)

No debe ser un vehículo de transmisión de enfermedades, por lo que es importante establecer parámetros y sus límites máximos permisibles para garantizar que sea sanitariamente segura. (1)

### 3.1.3 Tipos de agua

**Agua potable:** aquella apta para el consumo humano y que cumple con los parámetros físicos, químicos y microbiológicos establecidos en esta norma. (33)

**Agua tratada:** corresponde al agua cuyas características han sido modificadas por medio de procesos físicos, químicos, biológicos o cualquiera de sus combinaciones. (7)

**Agua dura:** Es la que posee el calcio y magnesio, surge de una perforación no demasiada profunda. (7)

**Agua pesada:** Es la combinación de deuterio con oxígeno. El deuterio es un isótopo del hidrógeno, esta agua se encuentra en pequeñas cantidades. (32)

**Agua oxigenada:** Es el nombre que se le da al peróxido de hidrógeno, existe en la naturaleza en pequeñas cantidades. (7)

**Aguas minerales:** Son aguas similares a la potable, que tiene como variante una cantidad mayor de sales minerales. <sup>(7)</sup>

**Agua pura:** Se obtiene por destilación en los laboratorios, de esta manera se separan los gases y sales en disolución. <sup>(23)</sup>

### **3.2 Definición técnica de agua potable** <sup>(7)</sup> <sup>(16)</sup>

Agua potable es el agua apta para el consumo humano, la cual debe estar exenta de organismos capaces de provocar enfermedades y de elementos o sustancias que pueden producir efectos fisiológicos perjudiciales, cumpliendo con los requisitos de la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08. Agua, Agua potable. (Ver Anexo N°1)

Agua potable.

Agua tratada: corresponde al agua cuyas características han sido modificadas por medio de procesos físicos, químicos, biológicos o cualquiera de sus combinaciones. <sup>(7)</sup>

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

### **3.3 Índices de calidad del agua.** <sup>(12)</sup>

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

### **3.4 Análisis fisicoquímico de agua potable.**

Significa que debe estar libre de minerales y sustancias orgánicas que pueden producir efectos fisiológicos adversos. Debe estar estéticamente aceptable y por lo tanto, debe estar exenta de turbidez, color, olor y sabor desagradable. <sup>(20)</sup>

Puede ser ingerida o utilizada en el procesamiento de alimentos de cualquier cantidad, denominaciones de agua potable de suministro público y agua potable de uso domiciliario, se entiende la que es apta para la alimentación y uso doméstico: no deberá contener sustancias o cuerpos extraños de origen biológico, orgánico, inorgánico o radioactivo tales que la hagan peligrosa para la salud. <sup>(20)</sup>

Deberá presentar sabor agradable y ser prácticamente incolora, inodora, límpida. <sup>(20)</sup>

El agua potable de uso domiciliario es el agua proveniente de un suministro público, de un pozo o de otra fuente, ubicada en los reservorios o depósitos domiciliarios. Ambas deberán cumplir con las características físicas, químicas y microbiológicas. <sup>(13)</sup>

#### **3.4.1 Color.** <sup>(13)(20)</sup>

El color de las aguas naturales se debe a la presencia de sustancias orgánicas disueltas o coloidales, de origen vegetal y a veces sustancias minerales (sales de hierro, manganeso, etc.). Como el color se aprecia sobre agua filtrada, el dato analítico no corresponde a la coloración comunicada por cierta materia en suspensión. El color de las aguas se determina por comparación con una escala de patrones preparada con una solución de cloruro de platino y cloruro de cobalto. El número que expresa el color de un agua es igual al número de

miligramos de platino que contiene un litro patrón cuyo color es igual al del agua examinada.

#### **3.4.2 Olor.**

Esta dado por diversas causas, sin embargo los casos más frecuentes son: debido al desarrollo de microorganismos, a la descomposición de restos vegetales, olor debido a contaminación con líquidos cloacales industriales, a la formación de compuestos resultantes del tratamiento químico del agua. (13)

Las aguas destinadas a consumo humano deben de tener olor perceptible. (20)

#### **3.4.3 Sabor.** (13)(20)

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

#### **3.4.4 Temperatura.** (23)

La temperatura del agua se establece por la absorción de radiación en las capas superiores del líquido, estando ligada a la energía cinética media de sus moléculas.

Las variaciones de temperatura afectan a la solubilidad de sales y gases en agua y en general a todas sus propiedades, tanto química como a su comportamiento microbiológico. Aunque la temperatura del agua superficial está ligada a la irradiación recibida, la de las aguas profundas de embalses y lagos de nuestras latitudes experimentan una secuencia caracterizada por dos periodos: (a) uno de mezcla térmica con temperatura similar en profundidad y



(b) estratificación térmica con aguas más cálidas en superficie y más frías en el fondo e imposibilidad de mezcla vertical de capas de agua. La medida de la temperatura del vital líquido es un método simple que requiere la inmersión de un termómetro convencional o electrónico en un tiempo corto. Debe efectuarse en el momento de tomo de muestra.

#### **3.4.5 Determinación de pH.** <sup>(32)</sup>

El pH del Agua se debe sobre todo al equilibrio carbónico y a la actividad vital de los microorganismos acuáticos. Respecto a lo primero, la secuencia de equilibrios de disolución de  $\text{CO}_2$  en el agua, y la subsiguiente disolución de carbonatos e insolubilización de bicarbonatos, alteran drásticamente el pH de esta. Además, la actividad fotosintética reduce el contenido de  $\text{CO}_2$  disuelto en el agua, mientras que la respiración de los organismos heterótrofos produce  $\text{CO}_2$  causando un efecto contrario con respecto al pH medido. Por otro lado, el aporte de ácidos naturalmente pueden acceder a un medio hídrico lo podría acidificar.

El valor de pH de aguas superficiales se encuentra en el intervalo de 6 a 8.5 pudiendo las aguas subterráneas presentar menores valores de pH que las superficiales. En lagos y embalses, el pH experimenta una evolución espacial y temporal ligada a la dinámica térmica del lago de forma que esta variable disminuye con la profundidad del agua. Además durante la mezcla la variación es de 0.1-0.15 unidades de pH en toda la columna de agua. En cambio durante la estratificación térmica en las aguas superficiales ricas en plantas acuáticas que usan  $\text{CO}_2$  se encuentran valores de pH más altos que en la profundidad. En estas zonas profundas pobres de  $\text{O}_2$  y con abundantes microorganismos reductores, los valores de pH son más bajos del orden de una unidad de pH inferiores que los de las aguas superficiales. Las aguas residuales domesticas

tienden a oscilar mucho, hasta en algunas décimas menores que los del agua potable. <sup>(6)</sup>

Los vertidos industriales presentan valores dependiendo de su actividad; aguas mineras, metalúrgicas e industrias químicas suelen tener carácter ácido y aguas de minas calcáreas exhiben carácter básico. <sup>(6)</sup>

El consumo de agua con valores extremos de pH puede provocar irritaciones de mucosa y órganos internos e incluso procesos ulcerosos. Además pH menor a 7 favorece la corrosión de la red de distribución de agua potable favoreciendo la aparición de condiciones fisicoquímicas. <sup>(6)</sup>

La técnica potenciométrica se basa en la capacidad de respuesta del electrodo de vidrio ante soluciones de diferente actividad de iones  $H^+$  El potencial en el electrodo varía linealmente con el pH del medio. La temperatura de la disolución afecta el valor del pH, esta medida de pH se realiza in situ. <sup>(32)</sup>

#### **3.4.6 Sólidos disueltos totales.** <sup>(33)</sup>

El término sólidos hace alusión a materia suspendida o disuelta en un medio acuoso.

Al determinar sólidos disueltos totales se mide específicamente el total de residuos sólidos filtrables (sales y residuos orgánicos) a través de una membrana con poros de 2.0 micrómetros (o más pequeños).

### 3.4.7 Dureza total

La Dureza es una característica química del agua que está determinada por el contenido de carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos y ocasionalmente nitratos de calcio y magnesio. (22)

La dureza es indeseable en algunos procesos, tales como el lavado doméstico e industrial, provocando que se consuma más jabón, al producirse sales insolubles. (22)

La mayoría de los suministros de agua potable tienen un promedio de 250 mg/L de dureza. (22)

Niveles superiores a 500 mg/L son indeseables para uso doméstico. (7)

La dureza es caracterizada comúnmente por el contenido de calcio y magnesio y expresada como carbonato de calcio equivalente. (22)

Existen dos tipos de Dureza:

**Dureza Temporal:** Está determinada por el contenido de carbonatos y bicarbonatos de calcio y magnesio. Puede ser eliminada por ebullición del agua y posterior eliminación de precipitados formados por filtración, también se le conoce como dureza de carbonatos. (13)

**Dureza Permanente:** Está determinada por todas las sales de calcio y magnesio excepto carbonatos y bicarbonatos. No puede ser eliminada por ebullición del agua y también se le conoce como “Dureza de no carbonatos”. (13)

Cuadro N° 1. Clasificación de agua de acuerdo a la Dureza <sup>(3)</sup>

Dureza como CaCO <sub>3</sub> (ppm)	Interpretación
0-75	Agua blanda
75-150	Agua poco dura
150-300	Agua dura
>300	Agua muy dura

### 3.4.8 Hierro.

Es una sustancia no deseable en el agua de consumo humano. Niveles altos de hierro producen sabores metálicos en el agua, producen incrustaciones en la red, da compuestos coloreados con el cloro y además produce manchas en la ropa durante el lavado. Los depósitos de hierro se acumulan en los tubos de cañerías, tanques de presión, calentadores de agua y equipo ablandador de agua. Estos depósitos producen restricción del flujo normal del agua y reducen la presión del agua sobre la misma. <sup>(18)</sup>

El hierro está presente en el agua para consumo humano debido a la utilización de coagulantes de hierro, los cuales son compuestos químicos que se adicionan al agua para neutralizar las cargas de las partículas y así facilitar su coagulación: sulfato ferroso o férrico; o a corrosión de hierro fundido durante el proceso de distribución. <sup>(18)</sup>

El Sulfato ferroso contienen un 20% de hierro elemental lo cual puede ser causan de intoxicación al consumidor. <sup>(18)</sup>

En la intoxicación grave por hierro se pueden observar cuatro fases, aunque es frecuente la superposición entre ellas. Es importante comprender el curso de la intoxicación, especialmente la segunda fase donde la mejoría clínica aparente puede conllevar al médico a una falsa sensación de seguridad. <sup>(5)</sup>

Primer estadio: En este período predominan los efectos irritantes locales del hierro sobre la mucosa intestinal. Comienzan 30 minutos a 2 horas después de la ingestión y suelen desaparecer en 6-12 horas. Aparecen náuseas, vómitos, dolor abdominal y diarrea que puede ser sanguinolenta. En los casos de intoxicación masiva puede aparecer shock, acidosis severa y muerte. (5)

Segundo estadio: Esta fase que va desde las 4-6 horas iniciales hasta las 12-24 horas tras la ingesta, se ve un período de aparente recuperación. Durante este tiempo el hierro se acumula en las mitocondrias y en diversos órganos. (5)

Tercer estadio: Alrededor de 12 a 48 horas después de la ingestión, las lesiones celulares producidas por el hierro comienzan a dar manifestaciones. Aparece hemorragia gastrointestinal, hepatotoxicidad, acidosis metabólica, hiperglucemia, coagulopatía y colapso cardiovascular. (5)

Cuarto estadio: Esta fase ocurre de 2 a 4 semanas pos ingestión. Se caracteriza por la cicatrización de las lesiones, pudiendo causar estenosis pilórica o cirrosis hepática. (5)

Casi todos los niños con historia de ingestión presentan escasos o ningún síntoma y los síntomas gastrointestinales pueden ceder en 6-12 horas, por lo que una vigilancia estrecha está justificada antes de ser considerados libres de toxicidad. (5)

### 3.4.9 Manganeso.

Aunque el manganeso se encuentra en las aguas subterráneas en la forma iónica divalente soluble, debido a la ausencia de oxígeno, parte o todo el manganeso de una instalación de tratamiento de agua puede aparecer en un estado de valencia superior. La determinación del manganeso total no diferencia entre los diversos estados de valencia. Existe la evidencia de que el manganeso se encuentra en las aguas superficiales tanto en suspensión en su forma tetravalente, como en la forma trivalente en un complejo soluble relativamente estable. <sup>(25)</sup>

El manganeso es un compuesto Hepatotóxico.

Intoxicación aguda: oral; gastroenteritis aguda hemorrágica, edema de glotis, pérdida de electrolitos, choque, perforación de vísceras, respiratoria: neumonitis química, neumonía mangánica <sup>(25)</sup>

Intoxicación crónica: Área industrial por exposición a vapores. Neumonitis química. <sup>(18)</sup>

Psicosis mangánica: Cuadro de ataque al sistema nervioso central con período muy variable (el daño aparece en 10 años). Cambios en la personalidad. Cuadro Depresivo, Cefalea. Cuadros bulímicos, Mialgias y Artralgias. Alteraciones psiquiátricas como alteraciones del lenguaje (Tartamudeo), Irritabilidad/Indiferencia. La escritura se distorsiona (Micrografía). <sup>(18)</sup>

Fase de Alteración Neurológica: neumonía Mangánica: Fiebre continua, cuadros bronconeumónicos repetitivos, resistencia exagerada a los Antibióticos

(igual que con bromo), cuadro semejante al Parkinson: rigidez muscular en miembros inferiores. <sup>(18)</sup>

Alteraciones en el equilibrio marcha característica (paso de pollo), Incoordinación motora, Temblor fino en miembros inferiores, rigidez facial, cambios rápidos de temperatura en la piel, piel rojiza intensa y diaforesis. Alteraciones oculares y de la Capacidad intelectual. <sup>(18)</sup>

#### **3.4.10 Arsénico.**

El arsénico está presente en forma natural en todas partes del medio ambiente y suele hallarse en forma de compuestos de azufre y otros muchos metales (cobre, cobalto, plomo, zinc, etc.) La concentración promedia en la corteza terrestre es de aproximadamente 2 mg/Kg. Si bien el arsénico existe en forma orgánica como inorgánica, los niveles de arsénico en el medio ambiente se expresaran en términos de arsénico total. <sup>(4)</sup>

Presencia en el agua: Muchos compuestos arsenicales son solubles en el agua. Las concentraciones más elevadas, aparte de las que se presentan en aguas de manantial de forma natural, se dan en las zonas de intensa actividad industrial por eso puede producirse la contaminación del agua. Aun no se ha podido dilucidar completamente la forma química que toma el arsénico en el agua, pero si se han identificado sus formas trivalente y pentavalente; se han encontrado en el agua algunas formas de arsénico orgánico. <sup>(9)</sup>

Un gran número de sistemas de abastecimiento de agua contienen niveles muy bajos de arsénico, esto es, muy por debajo de 10 microgramo/Litro. En algunas situaciones especiales se han producido grandes contaminaciones en los

sistemas de abastecimiento de agua y, como resultado, se han producido varios miles de microgramos de arsénico por litro de agua. <sup>(9)</sup>

La dosis tóxica de arsénico inorgánico en el adulto es de 0,5 miligramo/Kilogramo y la potencialmente mortal de 2-3 miligramo/Kilogramo <sup>(9)</sup>

Es característica la gastroenteritis hemorrágica en caso de intoxicaciones (el trióxido de arsénico es cáustico y se adhiere a la mucosa gástrica), aunque también puede aparecer simplemente náuseas, vómitos, olor a ajo en el aliento, dolor abdominal y diarrea acuosa. Dosis pequeñas de arsenicales inorgánicos, en particular los compuestos trivalentes, causan hiperemia esplácnica leve. El trasudado capilar de plasma produce vesículas debajo de la mucosa gastrointestinal, que al final se rompen; luego se desprenden fragmentos de epitelio y el plasma se desparrama en el interior del intestino, donde se coagula. El daño tisular y la acción catártica por intercambio de agua de la mayor cantidad de líquido en el interior del intestino desencadenan hiperperistaltismo y la clásica diarrea acuosa. Queda suprimida la proliferación normal del epitelio, lo cual agrava el daño. Pronto las heces se tornan sanguinolentas. La lesión de las vías gastrointestinales superiores puede ocasionar hematemesis. Los síntomas gastrointestinales pueden surgir poco a poco, al grado de que no se considera la posibilidad de intoxicación por arsénico. <sup>(19)</sup>

Intoxicación crónica: produce efectos multisistémicos, tales como: fatiga, gastroenteritis, leucopenia, anemia, elevación de las transaminasas, hipertensión portal no cirrótica, neuropatía periférica sensorio motora, insuficiencia vascular periférica, líneas de Mees-Aldrich, etcétera. Asimismo se han descrito alteraciones cutáneas entre 3 a 7 años después de comenzar una exposición (hipopigmentación e hiperpigmentación, hiperqueratosis, etcétera) y



cáncer de pulmón en quienes inhalan crónicamente arsénico. Se han descrito otras neoplasias en la vejiga, el riñón y el hígado. <sup>(19)</sup>

La neuropatía periférica llega a ser progresiva y afectar neuronas tanto sensitivas como motoras; conduce a desmielinización de fibras nerviosas de axones largos, pero los efectos están relacionados con la dosis. Estas exposiciones crónicas que causan efectos más graduales e insidiosos, pueden ocurrir durante un periodo de años y ha sido difícil establecer relaciones entre dosis respuesta. <sup>(19)</sup>

#### **3.4.11 Plomo.** <sup>(4)</sup>

Se ha producido algún tipo de contaminación del ambiente como el resultado de su uso en los trabajos de minería y de fundición o del empleo de productos elaborados con plomo. Por consiguiente está presente en el aire, los alimentos, el agua, el suelo, el polvo y la nieve. El plomo en el ambiente existe casi enteramente en forma inorgánica, pueden aparecer pequeñas cantidades de plomo orgánico como resultado del uso de gasolina con plomo y de procesos naturales de alquilación que producen compuestos de plomo metílico. El plomo es un importante veneno que se acumula en el organismo.

Las aguas naturales rara vez contienen por encima de 5 microgramo/Litro. El plomo de un suministro de agua puede ser de origen industrial, minero y de descargas de hornos de fundición o de cañerías viejas de plomo. Las aguas de grifo blandas y acidas y que no reciben un tratamiento adecuado contienen plomo como resultado del tanque de las tuberías de servicio. Las concentraciones en el agua tratada, antes de su distribución, son generalmente más bajas que en las fuentes, ya que el plomo se remueve parcialmente en la mayor parte de las plantas de tratamiento de agua. No obstante, los niveles en

el agua potable pueden ser mucho más altos debido al uso de tuberías de servicio de plomo que van desde la calle hasta su vivienda, o por el empleo de tuberías de plomo en las instalaciones inferiores y/o en los tanques de almacenamiento revestidos de plomo. Se pueden producir altos niveles de plomo cuando el agua es agresiva, blanda o tiene un pH bajo. (18)

La intoxicación por plomo se puede dividir en cuatro grupos, dependiendo de los niveles sanguíneos: grupo I (niveles de 10-25 microgramos/decilitro), grupo II (25-40 microgramos/decilitro), grupo III (40-60 microgramos/decilitro) y grupo IV (>60 microgramos/decilitro). (18)

Los efectos del plomo son los mismos si se ingiere o inhala. Un niño que traga cantidades altas de plomo puede desarrollar anemia, dolor abdominal severo, debilidad muscular y daño cerebral. Los síntomas más precoces son irritabilidad, anorexia, dolor abdominal, vómitos y estreñimiento, que son recurrentes durante varias semanas. Los síntomas del sistema nervioso central se relacionan con el edema cerebral creciente y el aumento de la presión intracraneal. Niveles elevados de plomo en sangre se asocian con cociente de inteligencia bajo, déficit de atención, alteraciones del comportamiento, dificultad de aprendizaje y alteraciones en el desarrollo motor. (18)

### **3.5 Espectroscopia.** (14)

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

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

### **3.5.1 Espectrofotometría de adsorción atómica** <sup>(30)</sup>

Esta técnica se basa en la medida de la radiación absorbida por los átomos libres en su estado fundamental. En este proceso el átomo pasa desde un estado energético inferior a otro superior. Para que esto ocurra es necesario suministrar energía de una longitud de onda específica del elemento al cual se quiere excitar. La fuente de radiación consiste en una lámpara que contiene un cátodo del elemento que se pretende analizar. Este cátodo emite las radiaciones típicas de ese elemento. Al hacer incidir esta radiación a través de la muestra, los átomos absorberán parte de la energía emitida. La diferencia entre la energía incidente y la transmitida se recoge en un detector, permitiendo realizar una determinación cuantitativa del elemento.

El sistema de obtención de átomos en estado fundamental de la muestra consiste en un nebulizador que transporta la muestra a un sistema energético, llama, donde se suministra a las moléculas la energía necesaria para romper los enlaces y obtener átomos en estado fundamental.

### **3.6 Enfermedades hídricas en El Salvador.** <sup>(29)</sup>

Son las enfermedades causadas por organismos patógenos presentes en el agua y que ingresan al organismo por la boca. Están relacionadas a la contaminación con excretas humanas.

Un estudio del Ministerio de Salud Pública, que relaciona la incidencia de enfermedades de origen hídrica con la precipitación, ha encontrado correlaciones claras que, aunque no cuantificadas, permiten identificar potenciales medios de transmisión de las enfermedades. Asimismo, aunque no se conozcan los patrones precisos de transmisión subyacentes a ese estudio, en el caso del cólera y de la hepatitis, la incidencia es inversamente correlacionada, con los niveles de precipitación pluvial, haciendo pensar en una relación entre la incidencia y la posibilidad limitada de higiene debido a la menor disponibilidad de agua. Según datos sobre el estado de salud de la población, un 21% de las consultas diarias son hechas por enfermedades como disentería, diarreas, tifoidea y parasitismo intestinal, la mayoría en niños menores de 10 años (Organización Panamericana de la Salud, 1998), constituyendo en 2002, la segunda y tercera causa de consulta atendidas en ambulatorios (tasa de incidencia del 6.3%) y la tercera y cuarta causa de morbilidad a nivel nacional. <sup>(29)</sup>

### **3.6.1 Enfermedades comunes de la población que vive en las cercanías del río Acelhuate.** <sup>(31)</sup>

En esta cuenca de acuerdo a la información proporcionada por el Ministerio de Salud, se presentan en orden de importancia, determinado por el número de casos las siguientes enfermedades:

- a) Catarro Común: esta enfermedad es la que ocupa el primer lugar de incidencia dentro de la cuenca. El total de enfermos por cuenca es de 125,042.
  
- b) Faringo Amigdalitis: el total de casos presentes en la zona es de 61,092.

- c) Infección Intestinal: el total de casos en la cuenca es de 56,190.
- d) Amibiasis: esta ocupa el cuarto lugar de importancia y se presenta en todos los rangos de edad de la población pero afecta en mayor grado al grupo que oscila entre 15-44 años. El número total de casos es de 14,848.
- e) Parasitismo: ocupa el quinto lugar de incidencia y se presenta con mayor frecuencia en los grupos de población que se encuentran entre 1 y 14 años. El total de casos presentes en la cuenca es de 13,255.
- f) Bronconeumonía: esta enfermedad afecta principalmente a los niños con edades entre 0-4 años, esta tendencia se mantiene en todos los municipios de la cuenca. El total de casos presentes es de 12,710. (Datos presentados.1997). <sup>(31)</sup>

### 3.6.2 Enfermedades Diarreicas Agudas (EDAS)

Tabla N°2. Comportamiento de casos de Diarreas, Ministerio de Salud (semana 1 a 50 del año 2007-2011). <sup>(17)</sup>

Año	2007	2008	2009	2010	2011
Casos de EDAS	275,021	254,582	259,480	259,273	318,224

La tendencia epidemiológica presentada por el MINSAL (Ministerio de Salud) muestra el incremento de las Enfermedades Diarreicas Agudas para el año 2011 evidenciando al departamento de San Salvador como uno de los que mayor número de casos presento en ese año 121,339 casos acumulados, siendo el municipio de Apopa uno de los cuatro primeros municipios en reportar casos positivos de rotavirus. <sup>(17)</sup>

### **3.7 Determinación de parámetros microbiológicos.** <sup>(23)</sup>

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

La determinación de microorganismos intestinales normales como indicadores de contaminación fecal, en lugar de patógenos, es un principio de aceptación universal en la vigilancia y evaluación de la seguridad microbiana en los sistemas de abastecimiento de agua. Estos microorganismos deben cumplir diferentes requisitos como: ser inofensivos para humanos, permanecer más tiempo que los microorganismos patógenos y con su ausencia demostrar un agua segura libre de microorganismos patógenos. <sup>(23)</sup>

#### **3.7.1 Bacterias Coliformes totales.**

Son bacterias en forma de bacilos, anaerobios facultativos, gram negativos, no formadores de esporas. Es indicador de contaminación microbiana. <sup>(4)</sup>

Abarca los géneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Serratia*. Cuatro de estos géneros (*Klebsiella*, *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Serratia*) se encuentran en grandes cantidades en el ambiente (fuentes de agua, vegetación y suelos). No están asociados necesariamente con la contaminación fecal y no plantean ni representan necesariamente un riesgo evidente para la salud. (4)

Las bacterias coliformes, no deben estar presentes en sistemas de abastecimiento, almacenamiento y distribución de agua, y si así ocurriese, ello es indicio de que el tratamiento fue inadecuado produciendo contaminación posterior. Se ha demostrado que las especies de *Enterobacter* y *Klebsiella* colonizan con frecuencia las superficies interiores de las cañerías de agua y tanques de almacenamiento cuando las condiciones son favorables, es decir, presencia de nutrientes, temperaturas cálidas, bajas concentraciones de desinfectantes y tiempos largos de almacenamiento. (4)

### **3.7.2 Bacterias coliformes fecales.**

Son bacterias coliformes que se multiplican a  $44.5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . En su mayoría provienen de contaminantes fecales de humanos y animales de sangre caliente (19). Comprenden el género *Escherichia* y en menor grado especies de *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*. Los coliformes termorresistentes distintos de *E.coli* pueden proceder también de aguas orgánicamente enriquecidas, por ejemplo de efluentes industriales o de materias vegetales y suelos en descomposición (4)

Como los organismos coliformes termorresistentes se detectan con facilidad, pueden desempeñar una importante función secundaria como indicadores de la eficacia de los procesos de tratamiento del agua para eliminar las bacterias fecales. La clasificación de los estreptococos se ha establecido tomando en

consideración la morfología de la colonia las reacciones hemolíticas, la especificidad serológica, las reacciones bioquímicas, la resistencia a factores físicos y químicos y finalmente a las características. El grupo de los Enterococos es un subgrupo de los Estreptococos fecales. Recientemente los estreptococos fecales han sido considerados como organismos de supervivencia superior a los coliformes en aguas. Los estreptococos fecales han sido utilizados con los coliformes fecales para diferenciar la contaminación fecal del hombre; con la de otros animales de sangre caliente. La razón entre coliformes fecales y estreptococos fecales proveen información acerca de la fuente de contaminación. Los Estreptococos fecales rara vez se multiplican en agua contaminada y son más persistentes que *Escherichia coli* y las bacterias coliformes. Además los estreptococos son muy resistentes al secado y pueden ser utilizados para realizar controles sistemáticos después de la colocación de nuevas tuberías maestras o la reparación de los sistemas de distribución, así como para detectar la contaminación de aguas subterráneas o superficiales.

### **3.7.3 *Escherichia coli*.**

Bacterias aeróbicas o anaeróbicas facultativas, gram negativa, no formadoras de esporas. Es un indicador de contaminación fecal. <sup>(19)</sup>

Esta especie es móvil, forma ácido y gas de la lactosa a 44°C y a temperaturas inferiores, es indol positivo a 44 y 37°C, rojo de metilo positivo, no crece en medios de citrato y KCN y es maleato y gluconato negativo, es H<sub>2</sub>S y descarboxila la lisina generalmente. Existen los llamados “colis fecales” que se presentan normalmente en el intestino del hombre y animal y es natural suponer que su presencia en los alimentos indica reciente contaminación con heces. Sin embargo, *Escherichia coli* se encuentra muy difundida en la naturaleza y aunque en la mayoría de las cepas tienen probablemente su origen de las heces, su presencia, particularmente en pequeño número, no significa



necesariamente que los alimentos contengan materia fecal, pero si sugiere un bajo nivel de higiene. <sup>(6)</sup>

#### **3.7.4 Conteo de bacterias heterótrofas.**

Son bacterias que obtienen el carbono a partir de compuestos orgánicos. Las Bacterias Heterotróficas están presentes en todos los cuerpos de agua y constituyen un grupo de bacterias ambientales de amplia distribución, éstas son indicadoras de la eficacia de los procesos de tratamiento, principalmente de la desinfección (descontaminación). <sup>(21)</sup>

El método de Placa Vertida es utilizado para el conteo de bacterias heterótrofas en el que un medio sólido fundido y enfriado a 45 °C, se vierte dentro de cajas petri que contienen una cantidad definida de muestra. El resultado se expresa en unidades formadoras de colonias UFC/mL. <sup>(4)</sup>

#### **3.7.5 Bacterias aerobias mesófilas.**

Las bacterias mesófilas aerobias son un grupo heterogéneo de microorganismos, se incluyen en él a todos aquellos que muestran capacidad para formar colonias visibles en las condiciones de ejecución de la prueba. <sup>(28)</sup>

Bacterias que viven en presencia de oxígeno libre a temperaturas entre 15 °C y 45 °C.

La gran sensibilidad de las bacterias mesófilas aerobias a los agentes de los agentes de cloración, las ubica como indicadoras de la eficacia del tratamiento de potabilización del agua. <sup>(4)</sup>

### **3.7.6 Organismo Patógeno, *Pseudomonas aeruginosa*.** <sup>(26)</sup>

*Pseudomonas aeruginosa* pertenece a la familia *Pseudomonadaceae* y es un bacilo gramnegativo aerobio con un flagelo polar. Cuando se cultiva en medios adecuados produce piocianina, un pigmento azulado no fluorescente. Muchas cepas producen también el pigmento verde fluorescente, produce catalasa y oxidasa, así como amoniaco a partir de la arginina, y puede utilizar citrato como única fuente de carbono.

*Pseudomonas aeruginosa* es un microorganismo común en el medio ambiente y puede encontrarse en las heces, el suelo, el agua y las aguas residuales. Puede proliferar en ambientes acuáticos, así como en la superficie de materias orgánicas propicias en contacto con el agua. *Pseudomonas aeruginosa* es una fuente conocida de infecciones intrahospitalarias y puede producir complicaciones graves. Se han aislado en gran variedad de ambientes húmedos, como fregaderos, baños de agua, sistemas de distribución de agua caliente, duchas.

## **3.8 Ubicación geográfica.** <sup>(14)</sup>

### **3.8.1 Colonia Los Naranjos del municipio de Apopa, San Salvador**

Al Norte del área metropolitana de San Salvador se encuentra el Municipio de Apopa en el cual se ubica la colonia Los Naranjos que Limita al Norte con Urbanización Popotlan 1 y 2, Lotificación Pandora y Barrio Niño Perdido, al Sur y al Este con el río Acelhuate y al Oeste con La colonia Jacarandas.

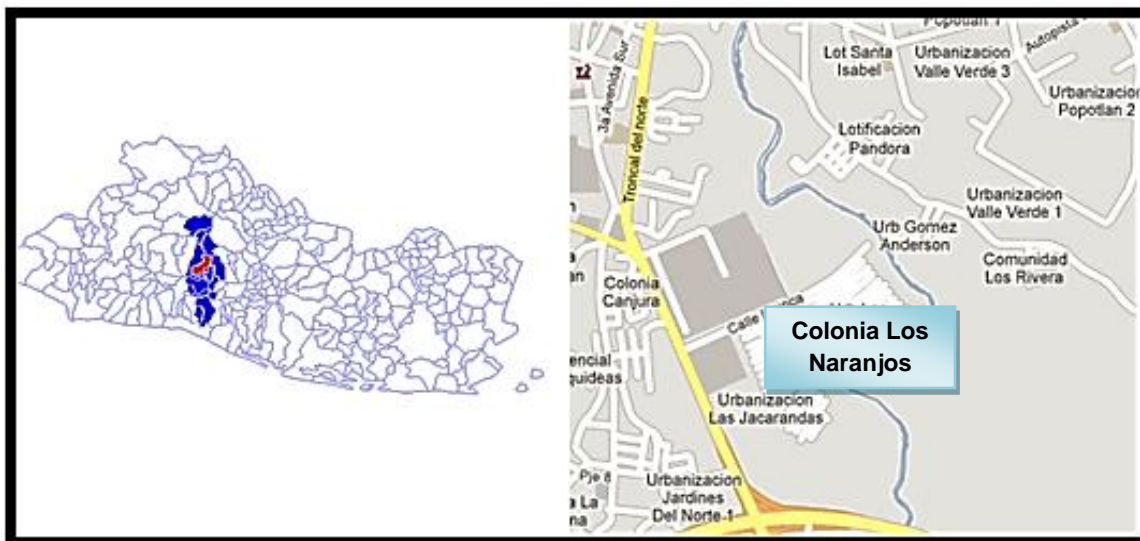


Figura N° 2. Ubicación geográfica de la colonia Los Naranjos, municipio de Apopa, Departamento de San Salvador.

### 3.8.2 Abastecimiento de agua potable. <sup>(15)</sup>

El agua suministrada a los 2,240 habitantes de la colonia Los Naranjos (según censo 2007) es proporcionada por una empresa privada la cual se encarga de realizar el tratamiento y distribución a todas las casas. La empresa obtiene el agua de un pozo ubicado bajo el tanque de captación (ver Anexo N° 4).

El tanque posee la capacidad aproximada de 2600 a 3000 barriles (de 413366.98 a 476961.9 L) de agua, los cuales son tratados con 1 libra de cloro granulado al 70%.

**CAPITULO IV**  
**DISEÑO METODOLOGICO**

## 4.0 DISEÑO METODOLOGICO

### 4.1 Tipo de estudio.

Transversal: Ya que se enfoca en un problema actual y la investigación se realizó en un periodo definido.

Prospectivo: porque los datos de esta investigación, podrán ser utilizados en investigaciones posteriores.

Experimental: los análisis organolépticos fisicoquímicos y microbiológicos, se determinaron en los laboratorios de la Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador y el Laboratorio de Investigación Químico y Biológico.

### 4.2 Investigación bibliográfica.

Se realizó en las siguientes bibliotecas:

- Biblioteca “Dr. Benjamín Orozco” de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
- Facultad Multidisciplinaria de Occidente, Universidad de El Salvador.
- Biblioteca Central, Universidad de El Salvador.
- Facultad de Química y Farmacia de la Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer.
- Biblioteca de la Universidad Nueva San Salvador
- Internet.

### **4.3 Investigación de campo.**

**Universo:** Agua de grifo de consumo humano de la colonia Los Naranjos municipio de Apopa Departamento de San Salvador, que se suministran a través de 16 pasajes que albergan 28 viviendas cada uno, haciendo un total de 448 hogares (2,240 habitantes).

**Muestra:** Con base en el tamaño de la población, la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable recomienda hacer el análisis en una muestra, pero con el fin de obtener resultados representativos se muestrearon grifos de ocho casas, distribuidas al inicio, al centro y al final de los pasajes seleccionados, haciendo el muestreo por triplicado para cumplir con las condiciones necesarias en la realización de análisis organoléptico, físico químico y microbiológico. El muestreo se realizó en dos tiempos época lluviosa y en época seca. (Ver Anexo N° 5).

**4.4 Tipo de muestreo.** Dirigido y puntual al agua de grifo de las viviendas seleccionadas de la colonia Los Naranjos del Municipio de Apopa del Departamento de San Salvador.

### **4.5 Investigación experimental (laboratorio)**

#### **4.5.1 Recolección de las muestras.**

Fueron seleccionados ocho grifos de casas, distribuidas al inicio, al centro y al final de los pasajes seleccionados, haciendo el muestreo por triplicado (24 muestras) para cumplir con las condiciones necesarias en la realización de análisis organoléptico, físico químico y microbiológico. Cada punto de muestreo seleccionado se tomó en dos tiempos época lluviosa y en época seca, haciendo un total de 48 muestras (24 en época lluviosa y 24 en época seca)

Todas las muestras se recolectaron el mismo día en su respectivo tiempo; época seca y época lluviosa se depositaron en frascos de polietileno con capacidad para 500 mL con cierre hermético para análisis fisicoquímicos y para los análisis microbiológicos se utilizaron frascos de polietileno estériles con capacidad de 500 mL. <sup>(4)</sup> (Ver Anexo N° 5).

#### **4.5.2 Procedimiento de recolección para agua de grifo.**

##### **a) Procedimiento para la toma de muestra para análisis microbiológico <sup>(4)</sup>**

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

##### **b) Procedimiento para la toma de muestra para análisis químico <sup>(20)</sup>**

1. Abrir la llave del grifo dejando fluir el agua durante 5 a 10 minutos.
2. Quitar el tapón del frasco y evitar cualquier contacto con el interior del recipiente.
3. Colocar el frasco debajo del grifo y llenar.
4. Agregar 40 gotas de ácido clorhídrico concentrado para acidificar.
5. Tapar el frasco y rotular.
6. Colocar la muestra en una hielera y preservar a temperatura entre 4°C a 10°C

**c) Procedimiento para la toma de muestra para análisis físico** <sup>(20)</sup>

1. Abrir la llave del grifo dejando fluir el agua durante 5 a 10 minutos.
2. Quitar el tapón del frasco y evitar cualquier contacto con el interior del recipiente.
3. Colocar el frasco debajo del grifo y llenar.
4. Tapar el frasco y rotular.
5. Colocar la muestra en una hielera y preservar a temperatura entre 4°C a 10°C

**4.5.3 Determinación de parámetros organolépticos****a) Color por método de comparación visual** <sup>(4)</sup>

El color se determina mediante comparación visual de la muestra con concentraciones conocidas de estándar. La unidad para medición del color que se usa como estándar, es el color que produce 1 mg/L de Platino en la forma de 500 unidades de cloroplatinato de cobalto en ácido clorhídrico concentrado.

Procedimiento:

1. Llenar un tubo Nessler hasta la marca de 50 mL.
2. Comparar con la serie de estándares contenidos en tubos Nessler del mismo tamaño. (Ver Anexo N° 3).
3. Centrifugar la muestra si es necesario y observar el color.
4. Observar los tubos verticalmente hacia abajo, colocados sobre una superficie blanca. Los resultados se reportarán como unidades de color de platino-cobalto.



**b) Sabor y olor por el método sensorial.** <sup>(4)</sup>

El olor, como el sabor, depende del contacto de una sustancia estimulante con los receptores adecuados; el olor se reconoce como un factor de calidad que afecta a la aceptabilidad del agua potable. Muchas sustancias orgánicas y algunas inorgánicas influyen en el gusto y el olor del agua.

Procedimiento:

1. Colocar en un beaker de 100 mL aproximadamente 75 mL de muestra.
2. Percibir el olor acercando el beaker a 10 cm del rostro.
3. Verter en un vaso de 6 onzas aproximadamente 75 mL de muestra.
4. Tomar un sorbo y reportar su sabor.

NOTA: si el agua presenta coloración, olor o sedimentos no se realizará la determinación de sabor. Ya que será evidencia de contaminación ya sea por sustancias orgánicas, inorgánicas o microbiológicas que represente un deterioro en la calidad del agua.

**4.5.4 Determinación de parámetros físicos.****a) Temperatura por método directo.** <sup>(4)</sup>

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

Procedimiento:

1. Introducir el termómetro al centro del frasco colector que contiene la muestra de agua, sostenerlo por 1 minuto asegurándose de no tocar el fondo ni las paredes.

2. Dejar que el termómetro por un minuto y leer directamente la temperatura.
3. Anotar las temperaturas en grados Celsius y realizar por duplicado.

**b) Sólidos totales disueltos** <sup>(10)(32)</sup>

La determinación de sólidos disueltos totales mide específicamente el total de residuos sólidos filtrables (sales y residuos orgánicos) a través de una membrana con poros de 2.0 micrómetro de diámetro (o más pequeños). Se realiza lectura directa con un conductímetro para determinar sólidos totales disueltos.

Procedimiento:

1. Verificar que el equipo cuente con el voltaje necesario para hacer la lectura (la aguja de lectura debe sobrepasar de las 4500 ppm para comprobar que posee la potencia necesaria).
2. Ambientar el dispositivo de recepción con la muestra.
3. Colocar 50 mL de la muestra a analizar en el dispositivo de recepción de muestra.
4. Presionar el botón para realizar la lectura de los sólidos disueltos totales.
5. Realizar la lectura dos veces por cada muestra.
6. Anotar la lectura realizada y reportar promedio para cada muestra.

**c) pH por el método potenciométrico** <sup>(4)(6)</sup>

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

Procedimiento:

1. Remover el electrodo de la solución de almacenamiento, lavar y secar con un paño suave.
2. Calibrar el equipo con solución buffer pH 4, 7 y 10 a una temperatura de 25°C teniendo el cuidado de lavar y secar el electrodo.
3. Colocar el electrodo en la muestra dentro del frasco colector y realizar su lectura.
4. Registrar los valores de pH.

**4.5.5 Determinación de parámetros químicos.****a) Análisis de hierro, manganeso, arsénico y plomo por Espectrofotometría de Absorción Atómica.** <sup>(20)(22)</sup>

La espectrometría de absorción es una técnica para determinar la concentración de un elemento metálico en una muestra en solución. Se basa en gran medida en la ley de Beer-Lambert. Los electrones de los átomos en el atomizador pueden ser promovidos a orbitales más altos por un instante mediante la absorción de una cantidad de energía. Esta cantidad de energía (o longitud de onda) se refiere específicamente a una transición de electrones en un elemento particular, y en general, cada longitud de onda corresponde a un solo elemento. Como la cantidad de energía que se pone en la llama es

conocida, y la cantidad restante en el otro lado (el detector) se puede medir, es posible, a partir de la ley de Beer-Lambert, calcular cuántas de estas transiciones tienen lugar, y así obtener una señal que es proporcional a la concentración del elemento que se mide.

Procedimiento:

1. Encender el equipo aproximadamente 20 minutos antes de realizar el análisis.
2. Instalar la lámpara de cátodo hueco para cada metal a analizar y establecer la longitud de onda específica. (hierro 248.3 nm, manganeso 279.5 nm, arsénico 193.7 nm, plomo 283.3nm)
3. Alinear la lámpara para que pase el haz de luz y sin muestra optimizar la energía.
4. Optimizar la longitud de onda hasta obtener la ganancia máxima de energía.
5. Ajustar la posición de la cabeza del quemador.
6. Conectar y ajustar la velocidad del flujo del aire para obtener la máxima sensibilidad.
7. Conectar y ajustar el flujo del Acetileno y encender la llama (para estabilizar la llama unos cuantos minutos antes de analizar las muestras).
8. Aspirar un blanco de agua desionizada y llevar a cero el instrumento.

9. Aspirar el estándar respectivo y ajustar la velocidad de aspiración del nebulizador para obtener la sensibilidad máxima.(ver estándares en Anexo N° 9)
10. Aspirar nuevamente un blanco y poner a cero el instrumento.
11. Aspirar el estándar próximo al medio del intervalo lineal y registrar la absorbancia.
12. Aspirar la muestra a analizar lectura directa por duplicado.

**b) Dureza por el método volumétrico.** <sup>(4)(24)</sup>

El calcio se valora con etilendiaminotetraacético disódico a pH 12, en estas condiciones el magnesio presente precipita como hidróxido de magnesio y no interfiere en la valoración del calcio. El indicador que se utiliza en esta valoración es murexida o purpurato de amonio (sal amónica de la purpurina) que forma con el calcio en medio alcalino un color rosado y al final de la valoración cambia a color morado. (Ver estandarización etilendiaminotetraacético disódico (EDTA disódico) 0.01M en Anexo N° 3).

Procedimiento:

1. Medir con pipeta volumétrica 10.0 mL de muestra y colocar en un Erlenmeyer de 125 mL.
2. Agregar lentamente 30 gotas de solución de Hidróxido de Sodio 4N para llevar la solución a pH 12 (comprobar con papel indicador).

3. Agregar 0.001g del indicador de murexida y agitar la solución.
4. Titular la muestra con la solución de EDTA 0.01 M hasta obtener viraje a color morado.
5. Anotar los mililitros gastados en la valoración. (Realizar por triplicado).

#### **4.5.6. Determinación de Análisis microbiológicos**

##### **a) Recuento de bacteria mesófilas aerobias. <sup>(4)</sup> <sup>(8)</sup>**

##### **Método de recuento en placa.**

Preparación de las diluciones.

- Tomar 10.0 mL de agua de grifo con pipeta volumétrica y transferirlo a un frasco que contenga 90 mL de diluyente agua peptonada al 0.1%. Esta será la dilución  $10^{-1}$ .
- De la dilución anterior tomar 10.0 mL y transferirlo a un frasco que contenga 90 mL de diluyente agua peptonada al 0.1 % esta será la dilución  $10^{-2}$ . De la dilución anterior tomar 10 mL y transferirlo a un frasco que contenga 90 ml de diluyente agua peptonada al 0.1 % esta será la dilución  $10^{-3}$ . Tomar de cada dilución y de la muestra sin diluir 1 mL con pipeta y pasarlo a placas de petri por duplicado, rotular cada una de las placas con la respectiva dilución y número de muestra, a cada una de las placas añadirle entre 15-20 mL de agar plate count, el cual debe estar a 45 °C.
- Homogenizar el inóculo con el agar con movimientos circulares en forma de ocho, dejar reposar las placas para que solidifique el agar, una vez solidificado invertir las placas y incubarlas a 35°C por 24 y 48 horas.

- Contar las colonias usando un contador de colonias y reportar resultados en Unidad Formadora de Colonias por unidad de volumen en mililitros (UFC/mL). Sacar el promedio aritmético de las dos placas inoculadas para cada dilución y obtener las UFC/mL. (Ver Anexo N° 6).

**b) Determinación de coliformes totales por técnica de número más probable (NMP) <sup>(4)</sup> <sup>(33)</sup>**

Fundamento: Las Coliformes totales son capaces de fermentar la lactosa a 44° C en vez de 35°C ± 0.5°C. <sup>(4)</sup>

Procedimiento:

1. Preparar 15 tubos conteniendo caldo fluorocult, 5 conteniendo 10 mL de concentración doble y 10 tubos conteniendo 10 mL de concentración simple.
2. Inocular 10 mL de la muestra (agua de grifo) en los 5 tubos de concentración doble.
3. Inocular 1mL de la muestra (agua de grifo) en 5 tubos de concentración simple y 0.1 mL en 5 tubos de concentración simple.
4. Homogenizar cada serie de 5 tubos con una agitación suave.
5. Incubar los tubos por 24 y 48 horas a (35 ± 0.5) °C.
6. Se considera positiva la prueba para coliformes totales si los tubos presentan una coloración azul y presencia de gas.

7. Calcular el Número más probable utilizando la tabla para 15 tubos y reportar los resultados como número más probable en 100 mililitros. (Ver Anexo N° 13)

**c) Determinación de coliformes fecales.** <sup>(4)</sup>

Fundamento: Los Coliformes Fecales son un subgrupo de los Coliformes totales, capaces de fermentar la lactosa a 44° C en vez de 37 °C como lo hacen los totales. <sup>(4)</sup>

Procedimiento:

1. De los tubos positivos de la prueba de coliformes totales, pasar 2 a 3 asadas a tubos que contengan 10 mL de caldo EC y campana de Durham.
2. Incubar a 44.5 °C durante 24-48 horas, en baño de agua.
3. Se considera positiva la prueba para coliformes fecales si los tubos presentan turbidez y presencia de gas.
4. Calcular el número más probable utilizando las tablas (Ver Anexo N°13) y reportar como número más probable en 100 mililitros.

**d) Determinación de *Escherichia coli*.** <sup>(4)</sup>

Procedimiento:

1. Los tubos que resultaron positivos en la determinación de coliformes totales, caldo fluorocult, observarlos con luz ultravioleta.



2. Se considera la presencia de *Escherichia coli* como positiva si la coloración verde-azul presenta fluorescencia brillante.
3. Para confirmar la presencia de *Escherichia coli* agregar 3-5 gotas de reactivo de Kovacs, se considera positivo si se forma en la superficie un anillo de color rojo.
4. Por el método de estrías antes de agregar el reactivo de Kovacs, tomar una asada y estriar en placas de petri que contengan agar EMB.
5. Incubar durante 24 horas a  $(35 \pm 2) ^\circ\text{C}$ .
6. Se considera positivo la presencia de colonias verdes brillantes metálicas. (Ver Anexo N° 6).

**e) Determinación de *Pseudomonas aeruginosa*. (4)**

Fundamento: La cetrimida (bromuro de cetil trimetil amonio) es un compuesto de amonio cuaternario que inhibe una amplia variedad de otros organismos, incluidos otras determinadas especies de *Pseudomonas*, presentando coloración verde brillante característica y fluorescencia que indica presencia de plocianina. (4)

Procedimiento:

1. De los tubos positivos de la prueba de coliformes totales, tomar una asada y por el método de estrías, inocular en cajas de petri con Agar Cetrimide.
2. Incubar las placas a  $35^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  durante 24 horas.

3. Se considera positiva la presencia de *Pseudomona aeruginosa* si después del periodo de incubación se encuentran colonias verdes que presentan fluorescencia con luz ultravioleta. (Ver Anexo N°6).

Posterior a la realización de la parte experimental, para las determinaciones organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas antes mencionadas, tomando como referencia lo establecido en la American Public Health Association, se obtienen los resultados que se comparan con los límites máximos permitidos por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable.

Los resultados de la investigación se darán a conocer a la Alcaldía Municipal de Apopa a través de un informe detallado, en el que se muestren los valores promedio obtenidos en la parte experimental, comparados con los límites máximos permitidos por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable.

**CAPITULO V**  
**RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS**

## 5.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para llevar a cabo la investigación, se visitó la colonia Los Naranjos de Apopa y se entrevistó a miembros de la junta directiva, quienes brindaron información sobre el número de pasajes y tamaño de población del lugar, con esta información y tomando como referencia la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, la cual menciona que por cada 5,000 habitantes se debe tomar 1 muestra mensual, el investigador determinó trabajar ocho muestras, con base en la densidad poblacional, las cuales se tomaron en dos tiempos distintos, época seca y lluviosa, por triplicado; para cumplir con los requerimientos de las pruebas físicas, químicas y microbiológicas. Tomando en cuenta la distribución del sistema de agua potable, los puntos de muestreo se ubicaron al principio, en medio y al final de los pasajes seleccionados. (Ver Anexo N°5).

No fue posible recolectar muestras de agua directamente del pozo que abastece a la colonia, debido a restricciones impuestas por las personas encargadas de suministrar el servicio.

Para realizar los análisis se recolectaron 3 fracciones de 500 mL para cada una de las ocho muestras y se colocaron inmediatamente en hieleras a temperatura entre 4° C a 10°C, con el objetivo de cumplir con los requisitos especificados para las pruebas físicas, químicas y microbiológicas. <sup>(4)</sup>

Los valores experimentales obtenidos se presentan en dos tiempos de muestreo (M1 para las muestras tomadas en época seca, julio 2013 y M2 para las recolectadas en época lluviosa, agosto 2013.) llamándose época seca al mes de julio, ya que a esa fecha no se habían manifestado las lluvias.

Las muestras se codificaron de la siguiente manera: (Ver Anexo N°5)

Código	Dirección
TM01	Muestra tanque 01, casa #1 pasaje A oriente
CM02	Casa muestra 02 casa #2 pasaje B poniente.
CM03	Casa muestra 03 casa#1 pasaje C poniente
CM04	Casa muestra 04 Casa #3 pasaje D oriente
CM05	Casa muestra 05 Pasaje G oriente.
CM06	Casa muestra 06 casa #2 pasaje F poniente
CM07	Casa muestra 07 casa #1 pasaje I oriente.
CM08	Casa muestra 08 casa #11 pasaje L oriente.

A continuación se presentan los resultados obtenidos para las determinaciones realizadas al agua de grifo de consumo, que pertenecen a casas seleccionadas en la colonia Los Naranjos de Apopa y la comparación de los resultados con los límites permisibles establecidos por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable.

Cuadro N° 2. Valores promedio obtenidos en época seca y época lluviosa para la determinación de color verdadero Pt-Co en agua de grifo de la colonia Los Naranjos.

Código	Épocas de muestreo	Color verdadero Pt-Co
TM01	M1	<5
	M2	<5
CM02	M1	<5
	M2	<5

Cuadro N° 2. (Continuación)

CM03	M1	<5
	M2	<5
CM04	M1	<5
	M2	<5
CM05	M1	<5
	M2	<5
CM06	M1	<5
	M2	<5
CM07	M1	<5
	M2	<5
CM08	M1	<5
	M2	<5
Límite Máximo permisible por NSO 13.07.01:08		<15

M1= muestras tomadas en época seca, julio 2013.

M2= muestras tomadas en época lluviosa, agosto 2013.

En el cuadro N° 2, se presentan los valores obtenidos para la determinación del parámetro organoléptico color verdadero, se observa que el 100% de las muestras analizadas tanto, en época seca como en época lluviosa, evidenciaron coloración menor a 5 unidades de cloroplatinato de cobalto lo que hace referencia a la ausencia de sustancias orgánicas disueltas de origen vegetal o mineral, por lo que este valor está por debajo del límite máximo permisible por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable que establece un valor menor a 15 Pt-Co.

Cuadro N° 3. Resultado promedio obtenido en época seca y época lluviosa para la determinación de olor en agua de grifo de la colonia Los Naranjos.

Código	Épocas de muestreo	Olor
TM01	M1	No rechazable
	M2	No rechazable
CM02	M1	No rechazable
	M2	No rechazable
CM03	M1	No rechazable
	M2	No rechazable
CM04	M1	No rechazable
	M2	No rechazable
CM05	M1	No rechazable
	M2	No rechazable
CM06	M1	No rechazable
	M2	No rechazable
CM07	M1	No rechazable
	M2	No rechazable
CM08	M1	No rechazable
	M2	No rechazable
Límite Máximo permisible por NSO 13.07.01:08		No rechazable

M1= muestras tomadas en época seca, julio 2013.

M2= muestras tomadas en época lluviosa, agosto 2013.

En el cuadro N° 3, se presentan los resultados obtenidos para la determinación del parámetro organoléptico olor, en ambas épocas el agua recolectada fue inodora en el 100% de los puntos muestreados, con base en lo anterior y de conformidad con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, que establece como límite máximo permisible: “no rechazable”, el resultado obtenido es acorde con lo esperado, cabe mencionar que el agua recibe tratamiento de cloración en el tanque, previo a la distribución motivo por

el cual posibles microorganismos causantes de mal olor se eliminan antes de ser suministrada.

Cuadro N° 4. Resultado promedio obtenido en época seca y época lluviosa para la determinación de sabor en agua de grifo de la colonia Los Naranjos.

Código	Épocas de muestreo	Sabor
TM01	M1	No rechazable
	M2	No rechazable
CM02	M1	No rechazable
	M2	No rechazable
CM03	M1	No rechazable
	M2	No rechazable
CM04	M1	No rechazable
	M2	No rechazable
CM05	M1	No rechazable
	M2	No rechazable
CM06	M1	No rechazable
	M2	No rechazable
CM07	M1	No rechazable
	M2	No rechazable
CM08	M1	No rechazable
	M2	No rechazable
Límite Máximo permisible por NSO 13.07.01:08		No rechazable

En el cuadro N° 4, se presentan los resultados obtenidos en dos épocas para la determinación del parámetro organoléptico sabor, del cual 100 % de las muestras fueron no rechazables, se debe tomar en cuenta que el olor influye en la percepción sensorial del sabor y que a pesar de realizar el análisis en dos épocas distintas los resultados se mantuvieron constantes, por lo que son conformes a lo recomendado por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, que establece como límite máximo permisible: “no rechazable”.



Cuadro N° 5. Resultado promedio obtenido en época seca y época lluviosa para la determinación de temperatura en agua de grifo de la colonia Los Naranjos.

Código	Épocas de muestreo	Valor promedio obtenido °C	Temperatura
TM01	M1	32	No rechazable
	M2	33	No rechazable
CM02	M1	32	No rechazable
	M2	33	No rechazable
CM03	M1	32	No rechazable
	M2	33	No rechazable
CM04	M1	33	No rechazable
	M2	32	No rechazable
CM05	M1	33	No rechazable
	M2	33	No rechazable
CM06	M1	32	No rechazable
	M2	33	No rechazable
CM07	M1	31	No rechazable
	M2	33	No rechazable
CM08	M1	31	No rechazable
	M2	33	No rechazable
Límite Máximo permisible por NSO 13.07.01:08			No rechazable

M1= muestras tomadas en época seca, julio 2013.

M2= muestras tomadas en época lluviosa agosto 2013

En el cuadro N° 5, se muestran los resultados obtenidos en época seca y época lluviosa para la determinación in situ del parámetro físico temperatura, obteniendo valores que se encontraban entre 31°C y 33°C, se observó que en la época lluviosa las temperaturas fueron más elevadas, esto debido a que en la fecha de muestreo se presentaban pocas precipitaciones con abundante radiación solar de día, provocando la evaporación del agua subterránea, sumando a lo anterior, la falta de árboles en los sitios en los cuales el agua

realizó su recorrido, fueron la causa de las temperaturas obtenidas, con base en lo anterior y de conformidad con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, que establece como límite máximo permisible: “no rechazable”, el resultado obtenido es acorde con lo esperado.

Cuadro N° 6. Valores promedio obtenidos en época seca y época lluviosa para la determinación de Sólidos Disueltos totales en agua de grifo de la colonia Los Naranjos.

Código	Épocas de muestreo	Sólidos Disueltos totales (mg/L)
TM01	M1	192
	M2	192
CM02	M1	192
	M2	182.4
CM03	M1	192
	M2	185.6
CM04	M1	192
	M2	192
CM05	M1	192
	M2	192
CM06	M1	192
	M2	192
CM07	M1	192
	M2	185.6
CM08	M1	192
	M2	182.4
Límite Máximo permisible por NSO 13.07.01:08		1000 <sup>1)</sup>

1) Por las condiciones propias del país.

M1= muestras tomadas en época seca, julio 2013.

M2= muestras tomadas en época lluviosa, agosto 2013.

El cuadro N° 6, muestra los valores promedio obtenidos en dos épocas seca y lluviosa para la determinación in situ del parámetro físico sólidos disueltos totales, para la cual se utilizó un conductivímetro portátil cuyas unidades de

medida eran microsiemens por centímetro por lo que fue necesario realizar la conversión de los resultados a mg/L equivalente a partes por millón, para comparar los resultados con el límite establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable. (para cálculo ver Anexo N° 8)

Se observó que los resultados se encontraban entre valores de 182.4mg/L y 192 mg/L, las variaciones obedecen a la ubicación de las casas y características de la época, ya que en el muestreo realizado en época lluviosa, los códigos CM07 y CM08 se encontraban en los puntos más lejanos al taque por lo que cualquier materia suspendida que se encontrase a lo largo del recorrido sería menor en las últimas casas, por acción de la dilución. <sup>(4)</sup>

A pesar de las variaciones en los resultados la cantidad de materia suspendida en las muestras no superó el límite máximo permisible por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, siendo conforme los resultados obtenidos.

Cuadro N° 7. Valores promedio obtenidos en época seca y época lluviosa para la determinación de pH en agua de grifo de la colonia Los Naranjos.

Código	Épocas de muestreo	Parámetro pH
TM01	M1	7.3
	M2	7.3
CM02	M1	7.3
	M2	7.2
CM03	M1	7.3
	M2	7.3
CM04	M1	7.3
	M2	7.3

Cuadro N° 7. (Continuación)

CM05	M1	7.3
	M2	7.3
CM06	M1	7.3
	M2	7.3
CM07	M1	7.2
	M2	7.3
CM08	M1	7.3
	M2	7.3
Límite Máximo permisible por NSO 13.07.01:08		6.0 - 8.5

M1= muestras tomadas en época seca, julio 2013.

M2= muestras tomadas en época lluviosa, agosto 2013.

En el cuadro N° 7, se muestran los valores obtenidos en época seca y época lluviosa, para la determinación in situ del parámetro pH, en el cual se obtuvo que el 75% de las muestras analizadas, presentaran como resultado pH de 7.3 y el restante 25% obtuvo pH de 7.2.

A pesar de las variantes reportadas los resultados son conforme con lo establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, ya que ninguno de los valores fue inferior a 6 y superior a 8 unidades.

Cuadro N° 8. Valores promedio obtenidos en época seca y época lluviosa para la determinación de hierro de agua de grifo de la colonia Los Naranjos.

Código	Épocas de muestreo	Hierro mg/L
TM01	M1	0.022
	M2	0.038
CM02	M1	0.027
	M2	0.037
CM03	M1	0.037
	M2	0.041
CM04	M1	ND
	M2	ND
CM05	M1	ND
	M2	ND
CM06	M1	ND
	M2	ND
CM07	M1	ND
	M2	ND
CM08	M1	ND
	M2	ND
Límite Máximo permisible por NSO 13.07.01:08		0.3

ND= no detectable.

M1= muestras tomadas en época seca, julio 2013.

M2= muestras tomadas en época lluviosa, agosto 2013.

En el cuadro N° 8 se muestran los valores obtenidos en las dos épocas muestreadas para la determinación del parámetro químico hierro en agua de grifo de la colonia Los Naranjos.

Los valores de hierro obtenidos en el 100% de los sitios muestreados fueron inferiores a lo que se establece el límite máximo permisible por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, no se omite

manifestar que en los resultados del análisis, los puntos de muestreo TM01, CM02 y CM03 en ambas épocas del año, que representan 37.5%, reportaron presencia de hierro, el restante 62.5% de los sitios muestreados no reportaron cantidades detectables de hierro a través del método de espectrofotometría de Absorción Atómica.

La causa probable de la detección de hierro en las muestras TM01, CM02 y CM03, podría ser el daño en las tuberías iniciales que suministran el vital líquido, que a medida se distribuye se va diluyendo, hasta no ser detectable en los últimos sitios de muestreo (CM04, CM05, CM06, CM07 y CM08). Se ha determinado que otra causa de la presencia de hierro es el uso de coagulantes de hierro para neutralizar las cargas de partículas en los tratamientos previos a la distribución <sup>(5)</sup>, lo anterior no pudo ser confirmado debido a que se consultó a la persona que se encontraba en el tanque al momento de realizar el muestreo, el cual dijo que sí utilizaban floculantes pero que desconocía de que tipo eran y no podía brindar más información al respecto. La presencia de hierro en el agua puede ocasionar efectos irritantes locales sobre la mucosa intestinal y la acumulación de este metal en el organismo puede desencadenar cirrosis hepática afectando de manera directa la salud de la población.

Cuadro N° 9. Valores promedio obtenidos en época seca y época lluviosa para la determinación de manganeso de agua de grifo de la colonia Los Naranjos.

Código	Épocas de muestreo	Manganeso mg/L
TM01	M1	0.006
	M2	0.011
CM02	M1	0.007
	M2	0.015

Cuadro N° 9. (Continuación)

CM03	M1	0.011
	M2	0.02
CM04	M1	0.01
	M2	0.015
CM05	M1	0.009
	M2	0.012
CM06	M1	0.011
	M2	0.015
CM07	M1	0.015
	M2	0.013
CM08	M1	0.011
	M2	0.012
Límite Máximo permisible por NSO 13.07.01:08		0.3

M1= muestras tomadas en época seca, julio 2013.

M2= muestras tomadas en época lluviosa, agosto 2013.

En el cuadro N° 9 se muestran los valores obtenidos en ambas épocas de muestreo para las determinaciones del parámetro químico manganeso.

Se encontraron cantidades detectables para dicho metal en el 100% de las muestras, las concentraciones se reportaron en un rango entre 0.006mg/L y 0.015mg/L tanto en la época seca como en época lluviosa a través del método de espectrofotometría de Absorción Atómica.

En época seca se observó que las concentraciones de manganeso eran bajas y aumentaban a medida que el muestreo se realizaba más lejos del tanque (TM01). En época lluviosa las concentraciones de manganeso eran mayores y a medida que el muestreo se alejaba del tanque las concentraciones disminuían levemente.

La causa en las variantes reportadas podría ser, el aumento en la contaminación de manganeso a través de lixiviación hasta el manto acuífero subterráneo.

Al comparar los resultados obtenidos con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable. Ningún punto muestreado supera el límite máximo permisible que es de 0.3 mg/L, por lo que los resultados son conformes. A pesar de ello no se omite manifestar que el consumo de agua contaminada por manganeso puede generar problemas a la salud de la población, ya que es un elemento hepatotóxico, puede provocar también gastroenteritis aguda hemorrágica, edema de glotis, pérdida de electrolitos y al acumularse a medida pasa el tiempo en el organismo puede desencadenar alteraciones en el sistema nerviosa central. (25)

Cuadro N° 10. Valores promedio obtenidos en época seca y época lluviosa para la determinación de arsénico de agua de grifo de la colonia Los Naranjos.

Código	Épocas de muestreo	Arsénico mg/L
TM01	M1	13.46
	M2	8.936
CM02	M1	9.91
	M2	9.8
CM03	M1	6.846
	M2	16.3
CM04	M1	8.318
	M2	23.16
CM05	M1	ND
	M2	16.34
CM06	M1	ND
	M2	13.71



Cuadro N° 10. (Continuación)

CM07	M1	ND
	M2	19.49
CM08	M1	ND
	M2	10.34
Límite Máximo permisible por NSO 13.07.01:08		0.01

ND= no detectable.

M1= muestras tomadas en época seca, julio 2013.

M2= muestras tomadas en época lluviosa, agosto 2013.

En el cuadro N° 10 se muestran los valores obtenidos en dos épocas para la determinación del parámetro químico arsénico, con base en los resultados obtenidos el arsénico sobrepasa los niveles permitidos por la normativa, en el 50% de las muestras en época seca (M1) y en el 100% para el muestreo realizado en época lluviosa (M2). a través del método de espectrofotometría de Absorción Atómica.

Se puede derivar que las altas concentraciones de arsénico podrían estar asociadas a la actividad que realiza la industria textil de la zona, ya que frecuentemente el metal es utilizado como mordiente en la coloración de telas, arrojando sus desechos al río Acelhuate ubicado a 1 kilómetro del pozo que suministra el agua de la colonia. Otra causa podría ser la actividad agrícola ya que alrededor se encuentran cultivos de maíz, frijol, pipianes y maicillo. El arsénico es un metal con la capacidad de lixiviarse hasta alcanzar los mantos acuíferos subterráneos y contaminarlos. <sup>(9)</sup>

Para el 50% de los sitios muestreados en época seca que obtuvieron concentraciones menores a 0.01mg/L, se tiene la conjetura que en presencia de radiación solar el metal tiende a oxidarse y eliminarse del agua, y que a medida

el agua es suministrada las concentraciones del metal se van diluyendo lo anterior es tomando en cuenta las temperaturas a las que se tomaron el total de muestras y que en los 4 puntos de muestreo más lejanos al tanque. Otra causa podría estar relacionada a la disminución de la actividad industrial y agrícola específica en ese tiempo muestreo.

Cuadro N° 11. Valores promedio obtenidos en época seca y época lluviosa para la determinación de plomo de agua de grifo de la colonia Los Naranjos.

Código	Épocas de muestreo	Plomo mg/L
TM01	M1	0.007
	M2	0.007
CM02	M1	ND
	M2	0.01
CM03	M1	0.001
	M2	0.015
CM04	M1	ND
	M2	ND
CM05	M1	ND
	M2	0.009
CM06	M1	ND
	M2	0.01
CM07	M1	ND
	M2	0.007
CM08	M1	ND
	M2	0.009
Límite Máximo permisible por NSO 13.07.01:08		0.01

ND= no detectable.

M1= muestras tomadas en época seca, julio 2013.

M2= muestras tomadas en época lluviosa, agosto 2013.

En el cuadro N° 11 se reportan los valores obtenidos en época seca y época lluviosa en la determinación del parámetro químico plomo, como resultado, el metal se encuentra presente en el 25% de las muestras tomadas en época seca y en el 87.5% de las muestras en época lluviosa. Agua que se distribuye a la colonia, se observa que la tendencia es similar a los demás metales investigados ya que las concentraciones más altas se reflejan en época lluviosa a través del método de espectrofotometría de Absorción Atómica.

A pesar que las concentraciones que se reportan, no sobrepasan el límite máximo permitido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, no se omite manifestar que la presencia de plomo en el agua que se distribuye a la población puede desarrollar en niños un bajo cociente de inteligencia, déficit de atención, alteraciones del comportamiento, dificultad de aprendizaje, alteraciones en el desarrollo motor y en adultos anemia, dolor abdominal severo, debilidad muscular, en el sistema nervioso central se relaciona con edema cerebral creciente y el aumento de la presión intracraneal.

Cuadro N° 12. Valores promedio obtenidos en época seca y época lluviosa para la determinación de dureza de agua de grifo de la colonia Los Naranjos.

Código	Épocas de muestreo	dureza total*
TM01	M1	40.63
	M2	36.97
CM02	M1	44.33
	M2	48.02
CM03	M1	44.33
	M2	48.02
CM04	M1	44.33
	M2	48.02

Cuadro N° 12. (Continuación)

CM05	M1	40.63
	M2	48.02
CM06	M1	40.63
	M2	48.02
CM07	M1	44.33
	M2	48.02
CM08	M1	40.63
	M2	44.33
Límite Máximo permisible por NSO 13.07.01:08		500

\* Ver cálculos en Anexo N°8

M1= muestras tomadas en época seca, julio 2013.

M2= muestras tomadas en época lluviosa, agosto 2013.

En el cuadro N° 12, se reportan los valores obtenidos en época seca y época lluviosa para la determinación del parámetro químico dureza, como resultado se obtuvo que los valores en el 100% de las muestras analizadas para ambas épocas se encontraran en el rango comprendido entre 36.97mg/L y 48.02 mg/L a través del método volumétrico.

Las mayores concentraciones de dureza se reportaron en época lluviosa a pesar de ello el agua de la colonia Los Naranjos de Apopa es clasificada como blanda, al encontrarse en un rango entre cero y 75 mg/L <sup>(22)</sup>, por lo tanto cumple con el límite máximo permisible recomendado por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable.

Cuadro N° 13 Valores promedio obtenidos en época seca y época lluviosa para la determinación de coliformes totales de agua de grifo de la colonia Los Naranjos.

Código	Épocas de muestreo	coliformes totales
TM01	M1	<1.1 NMP/100mL
	M2	<1.1 NMP/100mL
CM02	M1	<1.1 NMP/100mL
	M2	<1.1 NMP/100mL
CM03	M1	<1.1 NMP/100mL
	M2	<1.1 NMP/100mL
CM04	M1	<1.1 NMP/100mL
	M2	<1.1 NMP/100mL
CM05	M1	<1.1 NMP/100mL
	M2	<1.1 NMP/100mL
CM06	M1	<1.1 NMP/100mL
	M2	<1.1 NMP/100mL
CM07	M1	<1.1 NMP/100mL
	M2	<1.1 NMP/100mL
CM08	M1	<1.1 NMP/100mL
	M2	<1.1 NMP/100mL
Límite Máximo permisible por NSO 13.07.01:08		1.1 NMP/100mL

Cuadro N° 14. Valores promedio obtenidos en época seca y época lluviosa para la determinación de coliformes fecales de agua de grifo de la colonia Los Naranjos.

Código	Épocas de muestreo	coliformes fecales
TM01	M1	<1.1 NMP/100mL
	M2	<1.1 NMP/100mL
CM02	M1	<1.1 NMP/100mL
	M2	<1.1 NMP/100mL

Cuadro N° 14. (Continuación)

CM03	M1	<1.1 NMP/100mL
	M2	<1.1 NMP/100mL
CM04	M1	<1.1 NMP/100mL
	M2	<1.1 NMP/100mL
CM05	M1	<1.1 NMP/100mL
	M2	<1.1 NMP/100mL
CM06	M1	<1.1 NMP/100mL
	M2	<1.1 NMP/100mL
CM07	M1	<1.1 NMP/100mL
	M2	<1.1 NMP/100mL
CM08	M1	<1.1 NMP/100mL
	M2	<1.1 NMP/100mL
Límite Máximo permisible por NSO 13.07.01:08		1.1 NMP/100mL

Cuadro N° 15 Valores promedio obtenidos en época seca y época lluviosa para la determinación de *Escherichia coli* de agua de grifo de la colonia Los Naranjos.

Código	Épocas de muestreo	<i>Escherichia coli</i>
TM01	M1	<1.1 NMP/100mL
	M2	<1.1 NMP/100mL
CM02	M1	<1.1 NMP/100mL
	M2	<1.1 NMP/100mL
CM03	M1	<1.1 NMP/100mL
	M2	<1.1 NMP/100mL
CM04	M1	<1.1 NMP/100mL
	M2	<1.1 NMP/100mL
CM05	M1	<1.1 NMP/100mL
	M2	<1.1 NMP/100mL
CM06	M1	<1.1 NMP/100mL
	M2	<1.1 NMP/100mL
CM07	M1	<1.1 NMP/100mL
	M2	<1.1 NMP/100mL
CM08	M1	<1.1 NMP/100mL
	M2	<1.1 NMP/100mL
Límite Máximo permisible por NSO 13.07.01:08		1.1 NMP/100mL

Cuadro N° 16. Valores promedio obtenidos en época seca y época lluviosa para la determinación de *Pseudomonas aeruginosa* de agua de grifo de la colonia Los Naranjos.

Código	Épocas de muestreo	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
TM01	M1	Ausencia
	M2	Ausencia
CM02	M1	Ausencia
	M2	Ausencia
CM03	M1	Ausencia
	M2	Ausencia
CM04	M1	Ausencia
	M2	Ausencia
CM05	M1	Ausencia
	M2	Ausencia
CM06	M1	Ausencia
	M2	Ausencia
CM07	M1	Ausencia
	M2	Ausencia
CM08	M1	Ausencia
	M2	Ausencia
Límite Máximo permisible por NSO 13.07.01:08		Ausencia

En los cuadros N° 13, 14, 15 y 16 se presentan los resultados obtenidos en época seca y época lluviosa para las determinaciones de los parámetros microbiológicos coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*, utilizando las metodologías recomendadas por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, los cuales cumplen en el 100% de los puntos muestreados para cada época, con los límites máximos permisibles requeridos, debido a que el agua recibe tratamiento de cloración previo al proceso de distribución, lo anterior se confirmó con la medición in situ de cloro residual presentando una concentración de 1.5mg/L en el punto muestreado código CM02 y 0.6 mg/L en el código CM08.

Cuadro N° 17. Valores promedio obtenidos en época seca y época lluviosa para la determinación de bacterias heterótrofas de agua de grifo de la colonia Los Naranjos.

Código	Épocas de muestreo	bacterias heterótrofas
TM01	M1	<100 UFC /100mL
	M2	<100 UFC /100mL
CM02	M1	<100 UFC /100mL
	M2	<100 UFC /100mL
CM03	M1	<100 UFC /100mL
	M2	<100 UFC /100mL
CM04	M1	<100 UFC /100mL
	M2	<100 UFC /100mL
CM05	M1	<100 UFC /100mL
	M2	<100 UFC /100mL
CM06	M1	<100 UFC /100mL
	M2	<100 UFC /100mL
CM07	M1	<100 UFC /100mL
	M2	<100 UFC /100mL
CM08	M1	<100 UFC /100mL
	M2	<100 UFC /100mL
Límite Máximo permisible por NSO 13.07.01:08		<100 UFC /100mL



Cuadro N° 18. Valores promedio obtenidos en época seca y época lluviosa para la determinación de bacterias aerobias mesófilas de agua de grifo de la colonia Los Naranjos

Código	Épocas de muestreo	aerobias mesófilas
TM01	M1	<100 UFC /100mL
	M2	<100 UFC /100mL
CM02	M1	<100 UFC /100mL
	M2	<100 UFC /100mL
CM03	M1	<100 UFC /100mL
	M2	<100 UFC /100mL
CM04	M1	<100 UFC /100mL
	M2	<100 UFC /100mL
CM05	M1	<100 UFC /100mL
	M2	<100 UFC /100mL
CM06	M1	<100 UFC /100mL
	M2	<100 UFC /100mL
CM07	M1	<100 UFC /100mL
	M2	<100 UFC /100mL
CM08	M1	<100 UFC /100mL
	M2	<100 UFC /100mL
Límite Máximo permisible por NSO 13.07.01:08		<100 UFC /100mL

En los cuadros N° 17 y 18 se muestran los resultados obtenidos en época seca y época lluviosa para las determinaciones de los parámetros microbiológicos bacterias heterótrofas y bacterias aerobias mesófilas, utilizando las metodologías recomendadas por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, los cuales cumplen en el 100% de los puntos muestreados para cada época, con los límites máximos permisibles requeridos, debido a que los valores reportados son menores a 100 UFC/100mL, ya que el agua recibe tratamiento de cloración previo al proceso de distribución como se detalló en el análisis anterior.

No se omite manifestar que en los informes de análisis se presentan los resultados como negativo, pero a fin de comparar con la normativa de referencia en los cuadros N°17 y 18 se reportan los resultados como menor a 100UFC/100mL.

Las metodológicas utilizadas en los análisis microbiológicos son las recomendadas por la normativa pero la manera en la que se expresan los resultados en los informes debió adecuarse con fines comparativos con la normativa. (Ver Anexo N° 12).

**CAPITULO VI**  
**CONCLUSIONES**

## 6.0 CONCLUSIONES

1. En lo referente a las determinaciones físicas (pH, temperatura, sólidos totales disueltos) y organolépticas (color, olor, sabor) realizadas, el 100% de los resultados obtenidos en ambas épocas de muestro fueron conformes a los límites máximos permisibles establecidos para los parámetros seleccionados, según la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable.
2. Con base en los resultados obtenidos en la determinación de dureza, el 100% de los valores promedio en ambas épocas de muestreo, obtuvieron concentraciones menores a 50 ppm, siendo conformes a lo establecido por el límite máximo permisible de 500 ppm en la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable.
3. Los resultados obtenidos para las determinaciones en los parámetros hierro, manganeso y plomo en el total de muestras analizadas, tanto en época seca como lluviosa, no sobrepasaron los límites máximos permisibles de la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable.
4. De acuerdo a los resultados obtenidos, el arsénico sobre pasa el límite máximo permisible según la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, en el 100% de las muestras en época seca y 50% de las muestras en época lluviosa.

5. En las determinaciones microbiológicas (bacterias coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli*, recuento total de bacterias heterótrofas, bacterias aerobias mesófilas y *Pseudomonas aeruginosa*), el 100% de las muestras recolectadas en época seca y época lluviosa fueron conforme a lo establecido según la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable.
  
6. Según los resultados de los parámetros seleccionados y lo que establece la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, se puede inferir que a pesar de cumplir con los límites que establece la normativa respecto a los parámetros organolépticos, físicos y microbiológicos seleccionados, los altos valores de arsénico encontrados tanto, en época seca como en época lluviosa,, hacen que el agua de la colonia Los Naranjos de Apopa no sea apta para consumo humano.

**CAPITULO VII**  
**RECOMENDACIONES**

## 7.0 RECOMENDACIONES

1. Realizar investigaciones futuras en la colonia Los Naranjos de Apopa, tomando un mayor número de muestras, incluyendo el agua del pozo, para verificar las concentraciones de arsénico.
2. Al Ministerio de Salud y la Alcaldía de Apopa a través de la Unidad Medio Ambiental tengan una participación activa en la concientización de los graves problemas a la salud que pueden ocasionar los contaminantes presentes en el agua potable.
3. Que la Universidad de El Salvador, a través de la Facultad de Química y Farmacia, realice investigaciones para determinar las posibles fuentes de contaminación del agua en dicha colonia.
4. Que en futuras investigaciones se realicen análisis a muestras procedentes del agua del río, suelos y cultivos agrícolas de la zona, para determinar el origen de los contaminantes.
5. Considerar que algunas determinaciones analíticas como el pH, deben tomarse bajo condiciones de temperatura establecidas.

## BIBLIOGRAFIA

1. Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados, Calidad del Agua [sede Web] El Salvador [acceso 23 de diciembre de 2012] Disponible en: [http://www.anda.gob.sv/index.php?option=com\\_content&view=article&id=349:fuentes-de-agua&catid=78:tema-1&Itemid=265](http://www.anda.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&id=349:fuentes-de-agua&catid=78:tema-1&Itemid=265)
2. Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados, Calidad del Agua [sede Web] El Salvador [acceso 23 de diciembre 2012] Disponible en: [http://www.anda.gob.sv/index.php?option=com\\_content&view=category&id=78&Itemid=113](http://www.anda.gob.sv/index.php?option=com_content&view=category&id=78&Itemid=113) [acceso 23 de diciembre de 2012] Calidad del agua.
3. Aguilar Zamora N.C., Determinación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para agua apta para consumo humano de Concepción Quezaltepeque, Chalatenango. Trabajo de Graduación Lic. Química y Farmacia Universidad de El Salvador [Sede Web] El Salvador [acceso 16 de marzo de 2013] Disponible en: [http://ri.ues.edu.sv/2071/1/Determinacion\\_de\\_parametros\\_Fcoqcos\\_y\\_micros\\_de\\_agua\\_de\\_CQ,\\_.pdf](http://ri.ues.edu.sv/2071/1/Determinacion_de_parametros_Fcoqcos_y_micros_de_agua_de_CQ,_.pdf)
4. APHA (American Public Health Association), Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. 17a. ed, Editorial Días de Santos, S.A. México 1992 pág. 2-2 - 2-58, 3-13, 4-106, 9-64, 34-987- 9-92.
5. Ayala Curiel J. Díez Sáez C., López E. S., Intoxicaciones por hierro y otros metales.[sede web] [acceso 16 de marzo de 2013] Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd68/CDiez.pdf>



6. Chavez Alas P.B., Recinos Mendoza K.M., Análisis microbiológico de alimentos que se preparan y consumen en el centro de atención a ancianos "Sara Zaldivar" junio 2011. Trabajo de graduación Lic. Química y Farmacia Universidad de El Salvador [sede web] El Salvador [acceso 16 de marzo de 2013] Disponible en:  
<http://ri.ues.edu.sv/608/1/10137149.pdf>
7. CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, ES). 2008. Norma Salvadoreña Agua. Agua Potable. (Segunda actualización). NSO 13.07.01.08 San Salvador.
8. Gennaro A.R., Remington Farmacia, Agua Potable, Editorial Panamericana [Internet], Agua Potable, 20<sup>a</sup> edición [acceso 23 de diciembre 2012], Argentina 2003 Disponible en:  
[http://books.google.com.sv/books?id=Av4IlsyH-qcC&pg=PA435&dq=agua+potable+remin&hl=es&sa=X&ei=QQqTUE\\_nN4Oc9gSRzoEY&sqi=2&ved=0CC4Q6AEwAA#v=onepage&q=agua%20potable%20remin&f=false](http://books.google.com.sv/books?id=Av4IlsyH-qcC&pg=PA435&dq=agua+potable+remin&hl=es&sa=X&ei=QQqTUE_nN4Oc9gSRzoEY&sqi=2&ved=0CC4Q6AEwAA#v=onepage&q=agua%20potable%20remin&f=false)
9. Hardisson de la Torre A., González-Delgado F.J., González Weller D., Rubio Armendáriz C. y Suárez Solá M.L., Análisis, diagnóstico y tratamiento de las intoxicaciones arsenicales. Analysis, diagnosis and treatment of arsenic poisoning. [Revista en internet] 2004 [acceso 16 de marzo de 2013] Disponible en:  
<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/arsenico/suarez.pdf>

10. Herrera Amaya P.L., Determinación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de agua de pozo para el consumo humano en las comunidades la arenera, San José y El Progreso del municipio de Concepcion Batres en el departamento de Usulután, [Trabajo de Graduación Lic. Química y Farmacia]. San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador, Diciembre 2012.
11. [law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0973.1984.pdf](http://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0973.1984.pdf). [acceso 14 de enero de 2013] Agua potable determinación de pH. Ecuador
12. [limno.fcien.edu.uy/pdf/informes/IndicesFisicoquimicosyBiologicosdeCalidaddeAguaparalaCuencadelSantaLucia.pdf](http://limno.fcien.edu.uy/pdf/informes/IndicesFisicoquimicosyBiologicosdeCalidaddeAguaparalaCuencadelSantaLucia.pdf) [acceso 16 de marzo de 2013] Calidad de Agua de la Cuenca del Santa Lucia. Uruguay.
13. Magaña Pérez A.M., Guevara Martínez M.L. Determinación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en agua de consumo humano en una zona residencial en San Juan Opico, La Libertad. Trabajo de Graduación Lic. Química y Farmacia Universidad de El Salvador [Sede Web] El Salvador [acceso 16 de marzo de 2013] Disponible en: [https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:hkDgsjZbaQAJ:ri.ues.edu.sv/2802/1/TRABAJO%2520DE%2520GRADUACI%25C3%2592N.pdf+%&hl=es&gl=sv&pid=bl&srcid=ADGEESjosknf4YGXiqEt6upUY5buUQMEooS8hzuyFOP\\_7UsTZ7oCwxkrrmO6B\\_bgNVDxGX8xvGmG71OoY5rvRuLbT0q53FOAC3DdleBuyVRjY3cGBwZuuDdq4AbvEL86H UgDePyqSZuO&sig=AHIEtbRhBiJSJv7GXEd4iCNC4Z9-sdAyOQ](https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:hkDgsjZbaQAJ:ri.ues.edu.sv/2802/1/TRABAJO%2520DE%2520GRADUACI%25C3%2592N.pdf+%&hl=es&gl=sv&pid=bl&srcid=ADGEESjosknf4YGXiqEt6upUY5buUQMEooS8hzuyFOP_7UsTZ7oCwxkrrmO6B_bgNVDxGX8xvGmG71OoY5rvRuLbT0q53FOAC3DdleBuyVRjY3cGBwZuuDdq4AbvEL86H UgDePyqSZuO&sig=AHIEtbRhBiJSJv7GXEd4iCNC4Z9-sdAyOQ)

14. [maps.google.com/sv/maps?hl=es&bav=on.2,or.r\\_qf.&biw=1366&bih=667&q=google+maps+el+salvador&um=1&ie=UTF-8&hq=&hnear=0x8f6327a659640657:0x6f9a16eb98854832,El+Salvador&gl=sv&sa=X&ei=7m5CUeP1BuPD4APInICwDQ&ved=0CC0Q8gEwAA](https://maps.google.com/sv/maps?hl=es&bav=on.2,or.r_qf.&biw=1366&bih=667&q=google+maps+el+salvador&um=1&ie=UTF-8&hq=&hnear=0x8f6327a659640657:0x6f9a16eb98854832,El+Salvador&gl=sv&sa=X&ei=7m5CUeP1BuPD4APInICwDQ&ved=0CC0Q8gEwAA) [consultado el 14.03.2013]  
Mapa de Colonia Los Naranjos.
15. Ministerio de Economía, VI censo de población y V de vivienda 2007. [Sede Web] El Salvador [acceso 14 de marzo de 2013] Disponible en: [www.censos.gob.sv/gmaps/Gflex/mapsflex.html#app=2046&d12aselecte dIndex=2](http://www.censos.gob.sv/gmaps/Gflex/mapsflex.html#app=2046&d12aselecte dIndex=2)
16. Ministerio de Salud, CESCA (Control y Estudio de la Calidad del Agua), COSUDE (Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación). Manual de operación de sistemas de agua. El Salvador, Diciembre de 1999. Pág. 6-9, 15-20
17. Ministerio de Salud, Tendencia Epidemiológica semana 50 año 2011, VIGEPES, SIMMOW y Reporte de laboratorio de Referencia Nacional Dr. Max Bloch.
18. OPS (Organización Panamericana de la Salud). Guías para la calidad del agua potable. Recomendaciones. Washington, DC. 1995. 2º Edición. Volumen 1 Pág. 15-17, 129-133
19. OPS (Organización Panamericana de la Salud). Guías para la calidad del agua potable. Criterios relativos a la salud y otra información base. 1987. Volumen 2 Pág. 65-68, 103-107, 109-113, 115-122, 134-140

20. OPS (Organización Panamericana de la Salud). Guías para la calidad del agua potable. Control de Calidad de Agua Potable en sistemas de abastecimiento para pequeñas comunidades, 1988 Volumen 3 pág. 2, 5, 6.
21. Pajares M., Orlando E., Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en Lima Metropolitana. [Internet] Perú [acceso 16 de marzo de 2013] Disponible en: [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/basic/marchand\\_p\\_e/anteced.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/basic/marchand_p_e/anteced.htm)
22. Pancorbo Floristan F.J., Soriano Rull A., Suministro, Distribución y Evacuación interior de agua sanitaria Parámetros fisicoquímicos. 1° edición 2012, Barcelona [acceso 16 de marzo de 2013] Disponible en: [http://books.google.com.sv/books?id=BwOPc9bD0gkC&pg=PA65&dq=La+dureza+es+una+caracter%C3%ADstica+qu%C3%ADmica+del+agua+que+esta+determinada+por+el+contenido+de+carbonatos,+bicarbonatos,+cloruros,+sulfato+y+ocasionalmente+nitratos+de+calcio+y+magnesio.+La+dureza+es+indeseable+en+algunos+procesos,+tales+como+el+lavado+domestico+e+industrial,+provocando+que+se+consume+mas+jab%C3%B3n,+al+producirse+sales+insolubles.+En+calderas+y+sistemas+enfriados&hl=es&sa=X&ei=J6VEUdGZBK\\_C4AP4rIGYBg&ved=0CCoQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.sv/books?id=BwOPc9bD0gkC&pg=PA65&dq=La+dureza+es+una+caracter%C3%ADstica+qu%C3%ADmica+del+agua+que+esta+determinada+por+el+contenido+de+carbonatos,+bicarbonatos,+cloruros,+sulfato+y+ocasionalmente+nitratos+de+calcio+y+magnesio.+La+dureza+es+indeseable+en+algunos+procesos,+tales+como+el+lavado+domestico+e+industrial,+provocando+que+se+consume+mas+jab%C3%B3n,+al+producirse+sales+insolubles.+En+calderas+y+sistemas+enfriados&hl=es&sa=X&ei=J6VEUdGZBK_C4AP4rIGYBg&ved=0CCoQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false)
23. Universidad de El Salvador, Facultad de Química y Farmacia, Departamento de Bioquímica y Contaminación Ambiental, trabajo de proyección social, Microbiología y Parasitología. Año 2010.

24. Universidad de El Salvador, Facultad de Química y Farmacia. Departamento de Análisis Químico e Instrumental, Química Analítica II, Manual de Química Analítica II. Año lectivo 2011.
25. [webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:bUYXljhHiXwJ:etables.com/farmacologia/farma/virinotas/files/CLASIFICACIONES.DOC+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=sv](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:bUYXljhHiXwJ:etables.com/farmacologia/farma/virinotas/files/CLASIFICACIONES.DOC+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=sv) [acceso 16 de marzo 2013] Intoxicación por Manganeso.
26. [http://www.bvsde.paho.org/cd-gdwq/docs\\_microbiologicos/Bacterias %20 PDF/ Pseudomonas.pdf](http://www.bvsde.paho.org/cd-gdwq/docs_microbiologicos/Bacterias%20PDF/Pseudomonas.pdf) [acceso 12 de noviembre de 2014]
27. [http://www.espectrometria.com/espectrometra \\_ de \\_ absorcin \\_ atmica](http://www.espectrometria.com/espectrometra_de_absorcion_atmica) [acceso 06 de mayo de 2013] Espectrometría de absorción atómica.
28. [http://www.psa.es/webesp/projects/solarsafewater/documents/libro/02\\_Capitulo\\_02.pdf](http://www.psa.es/webesp/projects/solarsafewater/documents/libro/02_Capitulo_02.pdf) [acceso 16 de marzo 2013] Microbiología del agua Conceptos Básicos.
29. [http://www.snet.gob.sv/Hidrologia/Documentos/aguapotable/II\\_Marco\\_Conceptual.pdf](http://www.snet.gob.sv/Hidrologia/Documentos/aguapotable/II_Marco_Conceptual.pdf) [acceso 23 de diciembre 2012] Fortalecimiento de Instrumentos para la toma de decisiones para la provisión de agua potable en El Salvador.
30. [http://www.ua.es/es/investigacion/sti/servicios/analisis\\_instrumental/analisis/aas.html](http://www.ua.es/es/investigacion/sti/servicios/analisis_instrumental/analisis/aas.html) [acceso 14 de enero de 2013] Análisis Instrumental.

31. <http://www.uca.edu.sv/investigacion/fiaes/fiaes3.html> [acceso 23 de diciembre 2012] Evaluación de Impacto Ambiental de Recursos Hídricos. Impacto del Manejo de los Recursos Hídricos. Contaminación del Agua.
32. [http://www.ujaen.es/~mjayora/docencia\\_archivos/Quimica%20analitica%20ambiental/tema%2010.pdf](http://www.ujaen.es/~mjayora/docencia_archivos/Quimica%20analitica%20ambiental/tema%2010.pdf) [acceso 18 de abril de 2013] Tema: Análisis de agua.
33. <http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p2-tds.pdf> [acceso 14 de enero de 2013] parámetros fisicoquímicos solidos disueltos totales.
34. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs372/es/> [acceso 11 de noviembre de 2014] Arsénico, nota descriptiva N° 372

## GLOSARIO

- **Bacterias mesófilas aerobias:** son bacterias que viven en presencia de oxígeno libre a temperaturas entre 15 °C y 45 ° (7)
- **Colonias:** grupos discretos de microorganismos sobre una superficie, en oposición al crecimiento disperso en un medio de cultivo líquido (7)
- **Límite Máximo Permisible:** es la concentración del parámetro por encima del cual el agua no es potable. (7)
- **Mordiente:** sustancia química que sirve para fijar el color. (22)
- **Número Más Probable:** da un valor estimado de la densidad media de bacterias coliformes en una muestra de agua. (7)
- **Parámetro:** característica que se somete a medición. (7)
- **Placa Vertida:** método utilizado para el conteo de bacterias heterótrofas en el que un medio sólido fundido y enfriado a 45 °C, se vierte dentro de cajas petri que contienen una cantidad definida de muestra. El resultado se expresa en unidades formadoras de colonias UFC/ml. (7)
- **Unidades Formadoras de Colonias, UFC:** expresa el número de colonias originadas a partir de una célula, pares, cadenas o de agrupaciones de células. (7)

## **ANEXOS**



## **ANEXO N° 1**

**Límites Máximos Establecidos en la Norma Salvadoreña Obligatoria  
(NSO) 13.07.01:08, Agua. Agua potable.**

Tabla N°3. Requisitos de Calidad Microbiológica, límite Máximo permisible por NSO 13.07.01:08 para Agua Potable <sup>(7)</sup>

Parámetro	Límite Máximo Permisible		
	Técnicas		
	Filtración por membrana	Tubos múltiples	placa vertida
Bacterias coliformes totales	0 UFC/100mL	1.1 NMP/100mL	
Bacterias coliformes fecales	0 UFC/100mL	1.1 NMP/100mL	
<i>Escherichia coli</i>	0 UFC/100mL	1.1 NMP/100mL	
Conteo de Bacterias heterotrofas y aerobias mesofilas	100 UFC/100mL		100 UFC/100mL
organismos patógenos	Ausencia		

Tabla N°4. Requisitos de Calidad Físicos, límite Máximo permisible por NSO 13.07.01:08 para Agua Potable <sup>(7)</sup>

Parámetros	Límite Máximo
Color verdadero Pt-Co	15
Olor	No Rechazable
pH	8.5
Sabor	No Rechazable
Sólidos Totales Disueltos(mg/L)	1000
Temperatura (°C)	No Rechazable

Tabla N°5. Requisitos de Calidad Químicos, límite Máximo permisible por NSO  
13.07.01:08 para Agua Potable <sup>(7)</sup>

Parámetros	Límite Máximo
Dureza Total (CaCO <sub>3</sub> ) (mg/L)	500
Hierro Total (mg/L)	0.30
Arsénico (mg/L)	0.01
Plomo (mg/L)	0.01
Manganeso(mg/L)	0.30

## **ANEXO N° 2**

**Equipos, materiales y reactivos para las determinaciones  
fisicoquímicas y microbiológicas**

## **Equipos, materiales y reactivos**

### **Equipos**

- Auto clave.
- Balanza analítica.
- Balanza Granataria
- Baño maría.
- Desecador,
- Espectrofotómetro de Absorción Atómica.
- pHmetro.
- Estufa.
- Incubadora.

### **Materiales**

- Agitador magnético.
- Balón Volumétrico de 1000.0 mL.
- Balón Volumétrico de 100.0 mL.
- Beakers de vidrio de 100 mL, 250 mL.
- Bureta graduada de 50.0 mL.
- Capsula de porcelana.
- Erlenmeyer de 125 mL, 250 mL,
- Embudos de vidrio cuello corto.
- Espátula.
- Frasco lavador.
- Gradilla.
- Mechero de bunsen.
- Placas de Petri.
- Probetas graduadas de 10 mL, 25 mL y 50 mL.
- Pipeta volumétrica de 10.0 mL.

- Soporte con pinza para bureta.
- Termómetro de Mercurio.
- Tubos de Durham.
- Tubos con tapón de rosca.

### **Reactivos**

- Agua desionizada (L).
- Ácido Nítrico (L).
- Ácido Sulfúrico (L).
- Carbonato de Calcio(S).
- Cloruro de Amonio(S).
- Cloruro de Magnesio(S).
- EDTA 0.01M (S).
- Hidróxido de Amonio(S).
- Manganeso(S).
- Nitrato de Plomo(S).
- Patrón de Cloroplatinato de Cobalto (L).
- Tiras de papel pH.
- Tiosulfato de sodio (S).

L= Líquidos.

S= Sólidos.

## **ANEXO N°3**

**Preparación y estandarización de reactivos.**

Solución patrón de 500 unidades de color. <sup>(4)</sup>

Se disuelven 1.246 g de cloroplatinato de potasio  $K_2PtCl_6$  (equivalente a 500mg de platino metálico) y 1 g de cloruro cobaltoso hexahidratado  $CoCl_2 \cdot 6 H_2O$  (equivalente a aproximadamente 250 mg de cobalto metálico) en 100mL de HCl concentrado, aforar a 1000 mL con agua destilada, esta solución tiene un color estándar de 500 unidades Pt-Co.

### Estandarización

En tubos Nessler prepare soluciones patrón de color de 5 a 70 unidades de color con ayuda de la siguiente tabla. Proteja las soluciones contra la evaporación y de los vapores de amoníaco, pues su absorción aumenta el color.

Tabla N° 6. Preparación de soluciones patrón de color

mL de solución de 500 unidades diluida a 50 mL con agua destilada	Color en unidades de platino-cobalto
0.5	5
1.0	10
1.5	15
2.0	20

Solución de EDTA (sal disodica) 0.01 M. <sup>(24)</sup>

Disolver 2 g de sal sódica del ácido etilendiamino tetracético dihidratado (EDTA) más 0.05 g de  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  en agua destilada y aforar a 1000 mL.



Procedimiento estandarización para solución de etilendiaminotetraacético (EDTA) 0.01M:

1. Medir con pipeta volumétrica 10.0 mL de solución estándar de Carbonato de calcio 0.01M y colocar en un Erlenmeyer de 125 mL.
2. Agregar lentamente gotas de solución de Hidróxido de Sodio 4N para llevar la solución a pH 12 (comprobar con papel indicador).
3. Agregar 0.001g del indicador de murexida y agitar la solución.
4. Llenar la bureta con solución estándar de etilendiaminotetraacético (EDTA) 0.01 M.
5. Titular el patrón primario con la solución con etilendiaminotetraacético (EDTA) 0.01 M que está en la bureta. Agitar continuamente hasta obtener un color morado.
6. Anotar los mililitros gastados en la valoración. (Realizar por triplicado).

Solución de carbonato de calcio 0.01 M. <sup>(24)</sup>

Disolver 0.5 g de Carbonato de calcio secado a 110° C durante 2 horas y disolverlo en 10 ml HCl 3N y aforar a 1000 mL con agua destilada.

Hierro. <sup>(10)</sup>

Disolver 1.0 g de láminas de hierro en 50 mL de HNO<sub>3</sub> (1+1). Diluir a 1000 mL con agua desionizada.

Plomo. <sup>(24)</sup>

Disolver 1.598 g de nitrato de plomo en ácido nítrico (v/v) al 1% y diluir a 1000 mL con HNO<sub>3</sub> (v/v) al 1 %. Nota: este elemento es tóxico y su manipulación debe hacerse en cámara extractora.

Manganeso <sup>(24)</sup>

Disolver 1.0 g del metal manganeso en un volumen mínimo de HNO<sub>3</sub> (1+1).

Diluir a 1000 mL con HCl 1 % (v/v).

## ANEXO N°4

### Ubicación geográfica de zona de muestreo

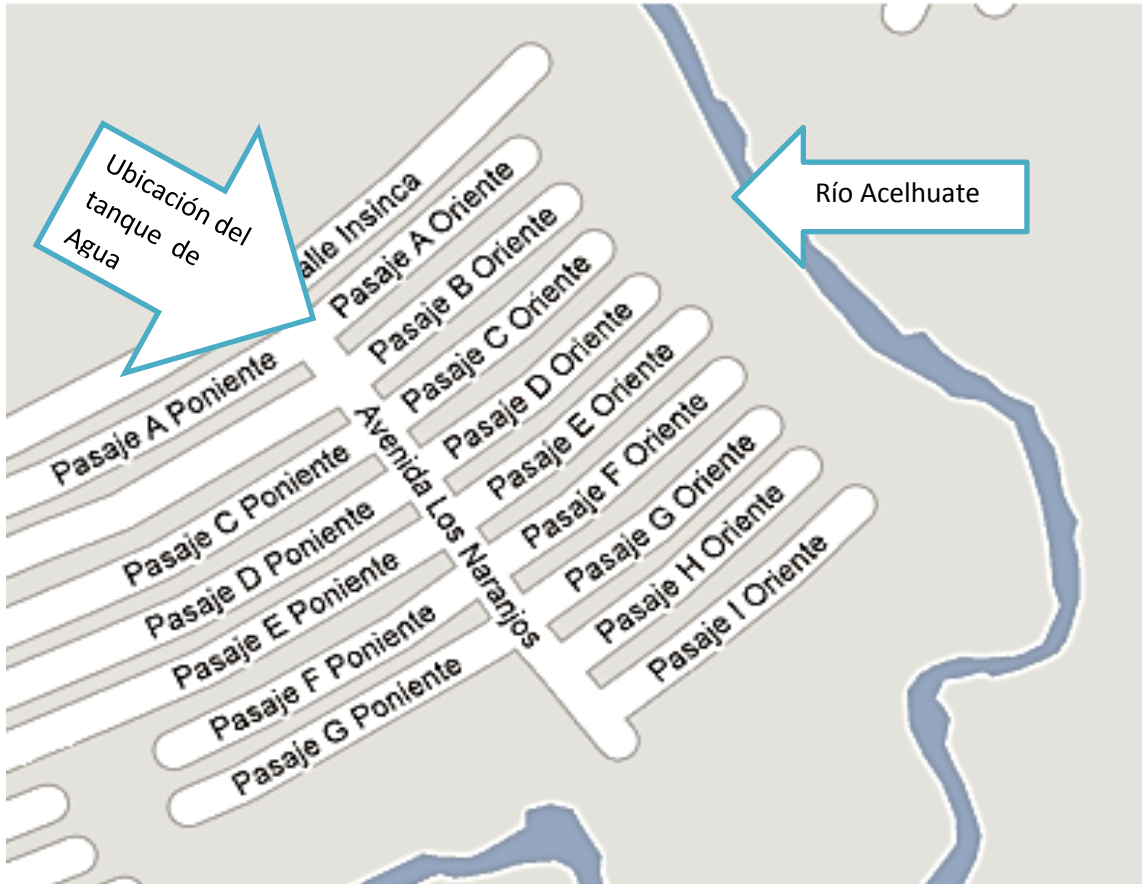


Figura N° 3. Mapa de colonia Los Naranjos Municipio de Apopa Departamento de San Salvador.

## ANEXO N°5

### Esquematzación de la colonia Los Naranjos.



Figura N° 4. Puntos de muestreo tomando como base el recorrido realizado para la distribución del agua en la colonia Los Naranjos.

## **ANEXO N° 6**

**Esquemas de análisis para determinaciones microbiológicas**

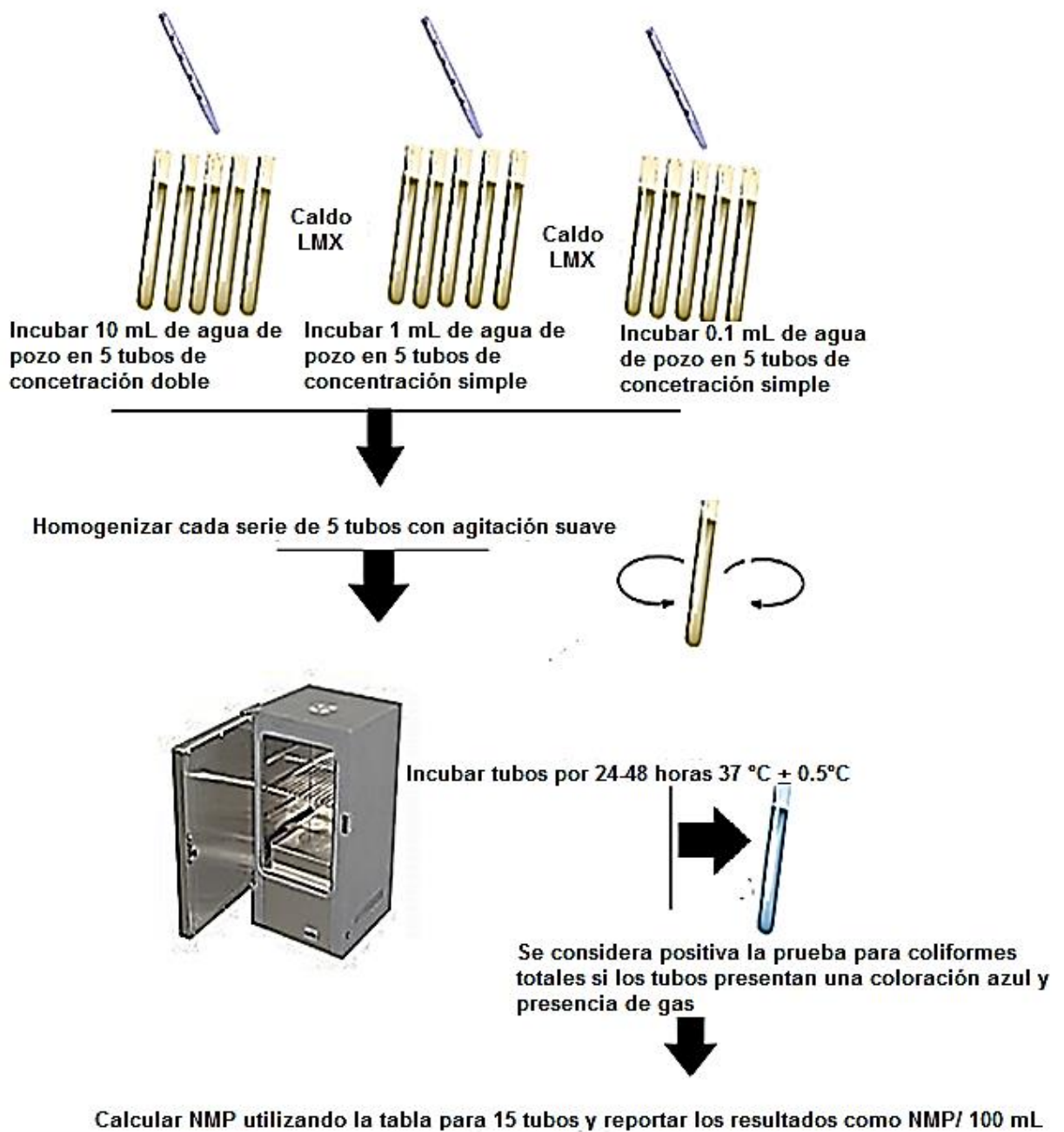


Figura N° 5. Esquema de la técnica NMP para determinación de coliformes totales. (2)

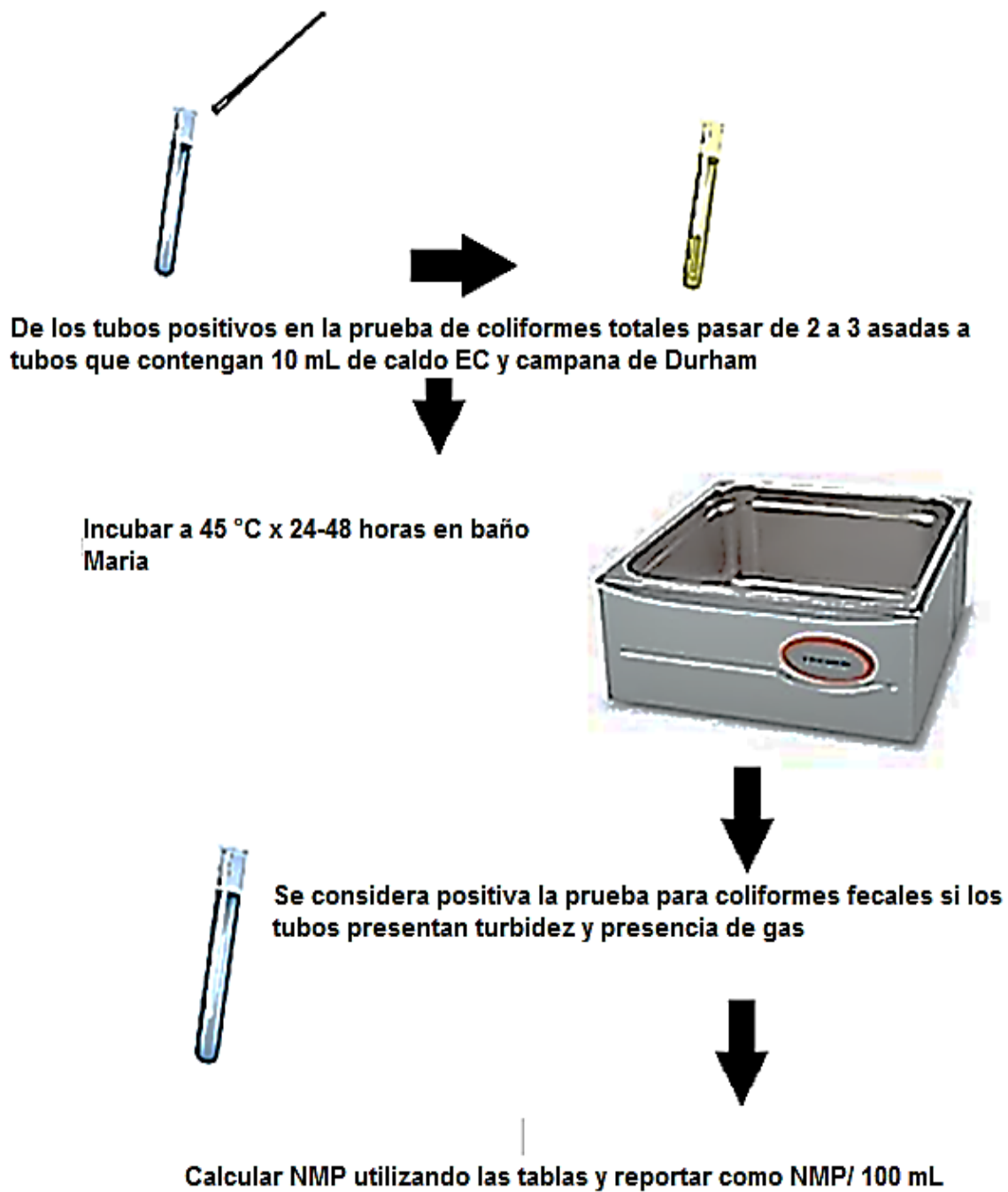


Figura N° 6. Esquema para la determinación de coliformes fecales en tubos con resultado positivo de la determinación de coliformes totales (2)

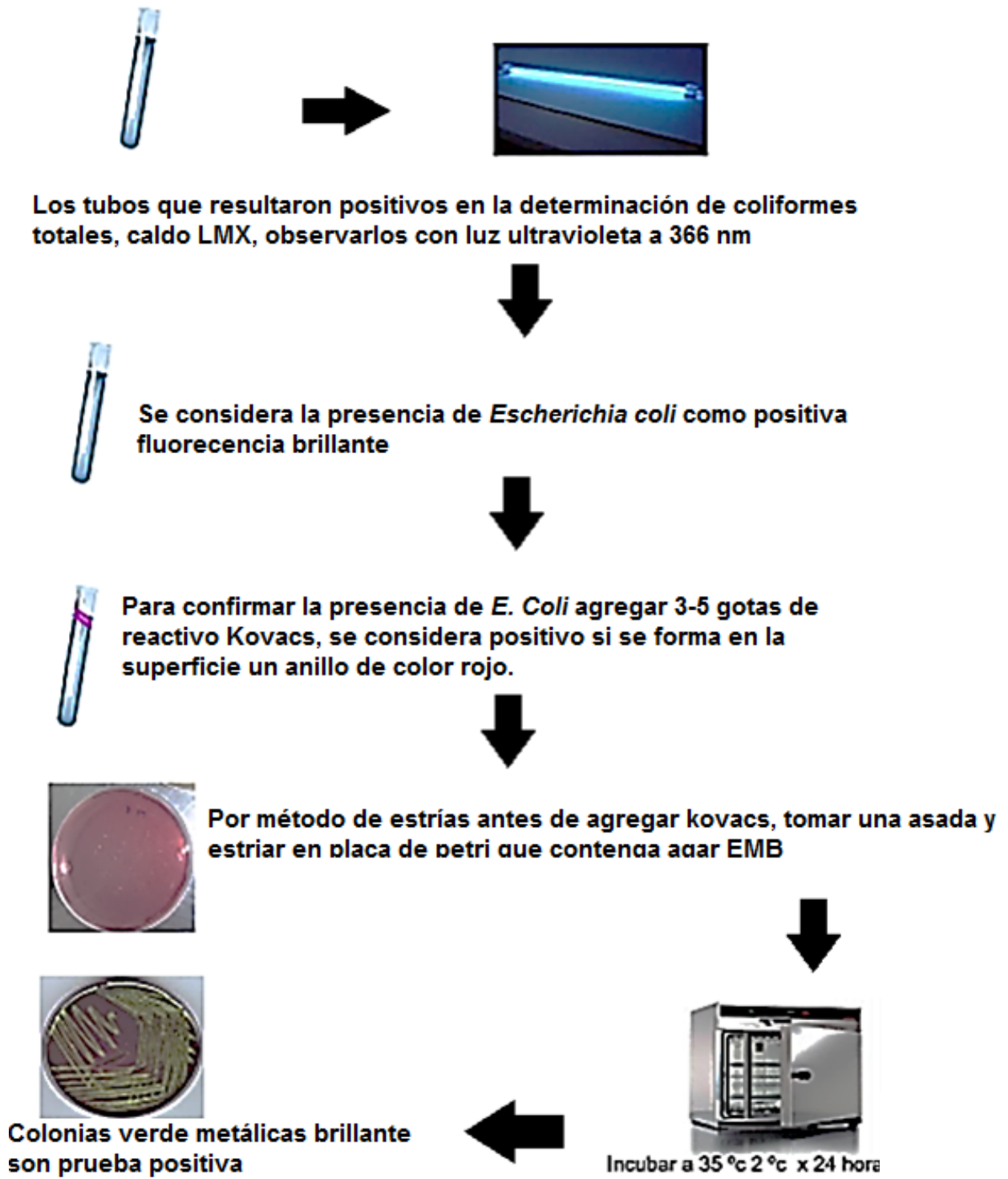
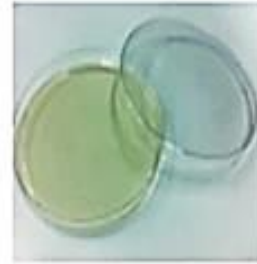


Figura N° 7. Esquema para la determinación de *Escherichia coli*, en tubos con resultado positivo de la determinación de coliformes totales (2)





De los tubos positivos de la prueba de coliformes totales, tomar una asada y por el método de estrias, inocular en cajas de petri con Agar Cetrimide.



Incubar las placas a 35°C x 24 horas.



Se considera positiva la presencia de *Pseudomonas aeruginosa* si después del periodo de incubación se encuentran colonias verdes y presentan fluorescencia con luz ultravioleta.

Figura N° 8. Es quema para la determinación de *Pseudomonas aeruginosa*, en tubos con resultado positivo de la determinación de coliformes totales (2)

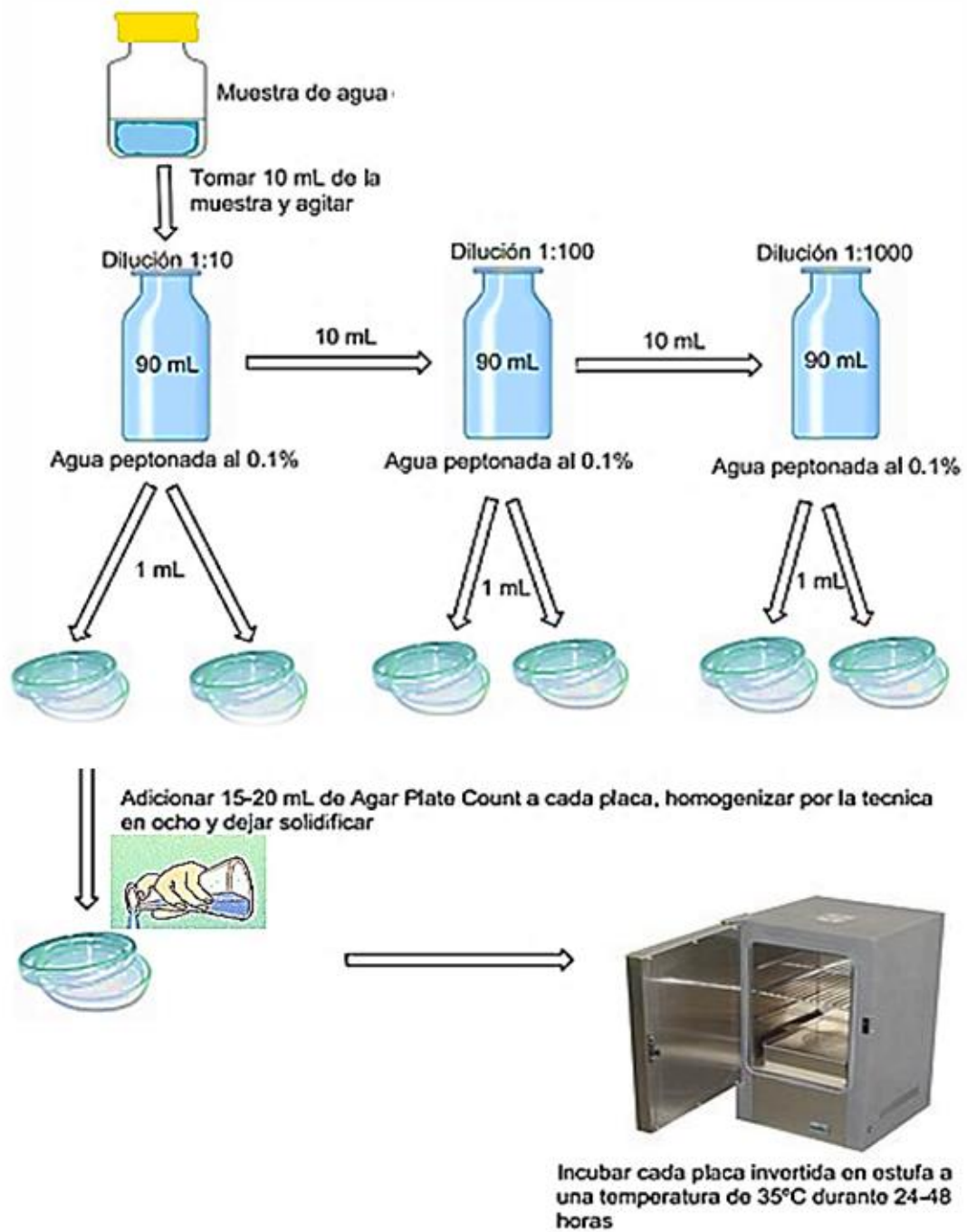


Figura N° 9. Esquema de metodología para el recuento en placa de bacterias mesófilas aerobias (2)

## **ANEXO N° 7**

**Longitudes de onda para determinación de metales pesados**

## ANEXO N°7

### Longitudes de onda para determinación de metales pesados

88 *Standard Atomic Absorption Conditions for Mn*

### Mn (25)

#### Standard Atomic Absorption Conditions for Mn

Wavelength (nm)	Slit (nm)	Relative Noise	Characteristic Concentration (mg/L)	Characteristic Concentration Check (mg/L)	Linear Range (mg/L)
279.5	0.2	1.0	0.052	2.5	2.0
279.8	0.2	0.77	0.067	3.0	5.0
280.1	0.2	0.88	0.11	5.0	5.0
403.1	0.2	1.1	0.51	25.0	---

1. Recommended Flame: Air-acetylene, oxidizing (lean, blue)
2. Data obtained with a standard nebulizer and flow spoiler. Operation with a High Sensitivity nebulizer or impact bead will typically provide a 2-3 × sensitivity improvement.
3. Characteristic Concentration with a N<sub>2</sub>O-C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> flame at 279.5 nm: 0.28 mg/L.

#### Standard Flame Emission Conditions for Mn

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

**Stock Standard Solution**

*MANGANESE, 1000 mg/L.* Dissolve 1.000 g of manganese metal in a minimum volume of (1+1) HNO<sub>3</sub>. Dilute to 1 liter with 1% (v/v) HCl.

**Interferences**

The manganese signal is depressed in the presence of silicon. This interference is overcome by the addition of 0.2% CaCl<sub>2</sub>. Large excesses of other elements may interfere with the manganese signal (e.g., 10,000 mg/L Fe increases the signal).

Figura N° 10. Condiciones requeridas por equipo de espectrofotometría de adsorción atómica en la determinación de metales pesado para estándar de manganeso.

## Fe (26)

## Standard Atomic Absorption Conditions for Fe

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

1. Recommended Flame: air-acetylene, oxidizing (lean, blue)
2. Data obtained with a standard nebulizer and flow spoiler. Operation with a High Sensitivity nebulizer or impact bead will typically provide a 2-3 × sensitivity improvement.
3. Characteristic Concentration with a  $N_2O-C_2H_2$  flame at 248.3 nm: 0.43 mg/L

~

## Standard Flame Emission Conditions for Fe

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

## Stock Standard Solution

IRON, 1000 mg/L. Dissolve 1.000 g of iron wire in 50 mL of (1+1)  $HNO_3$ . Dilute to 1 liter with deionized water.

## Light Sources

With multielement lamps containing cobalt, an interference may occur when using the 248.3 nm iron line. If iron is being determined in a cobalt matrix, another iron line should be used.

## Interferences

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

Figura N° 11. Condiciones requeridas por equipo de espectrofotometría de adsorción atómica en la determinación de metales pesado para estándar de hierro.

## As (33)

**Standard Atomic Absorption Conditions for As**

Wavelength (nm)	Slit (nm)	Relative Noise	Characteristic Concentration (mg/L)	Characteristic Concentration Check (mg/L)	Linear Range (mg/L)
193.7	0.7	1.0	1.0	45.0	100.0
189.0	0.7	1.8	0.78	40.0	180.0
197.2	0.7	0.95	2.0	90.0	250.0

1. Recommended Flame: air-acetylene, reducing (rich, slightly yellow)
2. Data obtained with a standard nebulizer and flow spoiler. Operation with a High Sensitivity nebulizer or impact bead will typically provide a 2-3 × sensitivity improvement.
3. Characteristic Concentration with a  $N_2O-C_2H_2$  flame at 193.7 nm: 1.4 mg/L
4. Table contains EDL data. HCL sensitivity values are more than 25% poorer.

**Stock Standard Solution**

*ARSENIC, 1000 mg/L.* Dissolve 1.320 g of arsenious oxide  $As_2O_3$ , in 25 mL of 20% (w/v) KOH solution. Neutralize with 20% (v/v)  $H_2SO_4$  to a phenolphthalein endpoint. Dilute to 1 liter with 1% (v/v)  $H_2SO_4$ .

**Warning**

This element is toxic and should be handled with extra care.

**Flames**

The air-acetylene flame absorbs or scatters more than 60% of the light source radiation at the 193.7 nm arsenic line. Flame absorption is reduced with the use of the nitrous oxide-acetylene flame, although sensitivity is also reduced. Use of background correction is recommended, as it will correct for flame absorption and thus improve the signal to noise ratio.

**Light Sources**

Both HCL and EDL sources are available for arsenic. EDLs, which are more intense, provide better performance and longer life.

**Interferences**

A sample with high total salt content (greater than 1%) can produce nonspecific absorption at the 193.7 nm arsenic line, even when the metal is absent. It is therefore advisable to use background correction.

Figura N° 12. Condiciones requeridas por equipo de espectrofotometría de adsorción atómica en la determinación de metales pesado para estándar de arsénico.



**Pb (82)****Standard Atomic Absorption Conditions for Pb**

Wavelength (nm)	Slit (nm)	Relative Noise	Characteristic Concentration (mg/L)	Characteristic Concentration Check (mg/L)	Linear Range (mg/L)
283.3	0.7	0.43	0.45	20.0	20.0
217.0	0.7	1.0	0.19	9.0	20.0
205.3	0.7	1.4	5.4	250.0	---
202.2	0.7	1.8	7.1	350.0	---
261.4	0.7	0.35	11.0	500.0	---
368.3	0.7	0.40	27.0	1200.0	---
364.0	0.7	0.33	67.0	3000.0	---

1. Recommended Flame: air-acetylene, oxidizing (lean, blue)
2. Data obtained with a standard nebulizer and flow spoiler. Operation with a High Sensitivity nebulizer or impact bead will typically provide a 2-3 × sensitivity improvement.
3. Characteristic Concentration with a  $N_2O-C_2H_2$  flame at 283.3 nm: 2.7 mg/L
4. Table contains HCL data. EDL sensitivity values approximately the same.

**Standard Flame Emission Conditions for Pb**

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

**Stock Standard Solution**

*LEAD, 1000 mg/L.* Dissolve 1.598 g of lead nitrate,  $Pb(NO_3)_2$ , in 1% (v/v)  $HNO_3$  and dilute to 1 liter with 1% (v/v)  $HNO_3$ .

**Warning**

This element is toxic and should be handled with extra care.

**Light Sources**

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

**Interferences**

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

Figura N° 13. Condiciones requeridas por equipo de espectrofotometría de adsorción atómica en la determinación de metales pesado para estándar de plomo.

## **ANEXO N° 8**

**Cálculos para determinación de sólidos disueltos totales y dureza.**



**Conversión de valores obtenidos a través de lectura directa del equipo  
para la determinación de sólidos disueltos totales.**

-Ejemplo: Primer muestreo CM06

-Valor obtenido por lectura directa: 300microS/cm

-Factor de conversión: 1ppm (mg/L) es equivalente a 1.5625microS/cm

$$1\text{ppm} \quad \text{_____} \quad 1.5625\text{microS/cm}$$

$$X \quad \text{_____} \quad 300\text{microS/cm}$$

$$192\text{ppm} = 192\text{mg/L}$$

**Determinación de dureza**

Estandarización del EDTA

g de CaCO<sub>3</sub> necesarios para estandarizar el EDTA

$$\text{g de CaCO}_3 = M \times V \times M\text{moles}$$

Dónde:

M = molaridad del EDTA

V = volumen a preparar

Mmoles de EDTA

Sustituyendo:

$$\text{g de CaCO}_3 = 0.01\text{M} \times 50\text{mL} \times 0.1$$

$$\text{g de CaCO}_3 = 0.0500\text{g}$$

$$\text{g de CaCO}_3 \text{ pesados} = 0.0538\text{g} = 53.80\text{mg}$$

g de  $\text{CaCO}_3$  en alícuota tomada para la titulación

**Gramos de carbonato de calcio**

0.0538g \_\_\_\_\_ 50mL

Xgde  $\text{CaCO}_3$  \_\_\_\_\_ 10mL

X=0.01076g

Volumen de EDTA gastado

Molaridad del EDTA

10.5mL

0.0102

10.4mL

0.0103

10.1mL

0.0107

$M = (\text{gCaCO}_3) / (\text{Vol. EDTA} \times \text{PM})$

$M = 0.01076\text{g} / (10.5\text{mL} \times 100 / 1000)$

M=0.0102

La concentración real de EDTA es de 0.0103

Factor de corrección= 0.0103/0.01

Factor de corrección=1.0300

Tabla N° 7. Volumen de EDTA gastado para muestreo en época seca por el factor de corrección

Muestra	Vol.EDTA(mL) gastado x FC* V1	Vol.EDTA(mL) gastado x FC* V2	Vol.EDTA(mL) gastado x FC* V3
TM01	0.412	0.412	0.309
CM02	0.515	0.309	0.412
CM03	0.412	0.412	0.412
CM04	0.412	0.412	0.412
CM05	0.309	0.412	0.412
CM06	0.309	0.412	0.412
CM07	0.412	0.412	0.412
CM08	0.412	0.309	0.412
Blanco	0.412	0.412	0.412

FC\*: Factor de corrección

V1: valoración 1

V2: valoración 2

V3: valoración 3

Fórmula para calcular dureza total:

$$\text{CaCO}_3 \text{ (mg/L)} = \frac{\text{A.B.1000}}{\text{Volumen de muestra tomado}}$$

$$A = 0.412 \text{ mL}$$

$$B = \frac{53.80 \text{ mg}}{50 \text{ mL}} = 1.076 \text{ mg/ml de EDTA}$$

$$\text{CaCO}_3 \text{ (mg/L)} = \frac{0.412 \times 1.076 \text{ mg} \cdot 1000}{10 \text{ mL}}$$

$$\text{CaCO}_3 \text{ (mg/L)} = 44.33 \text{ mg/L}$$

Tabla N° 8. Dureza total para primer muestreo realizado

Muestra	mg/L CaCO <sub>3</sub> Valoración 1	mg/L CaCO <sub>3</sub> Valoración 2	mg/L CaCO <sub>3</sub> Valoración 3
TM01	44.33	44.33	33.25
CM02	55.41	33.25	44.33
CM03	44.33	44.33	44.33
CM04	44.33	44.33	44.33
CM05	33.25	44.33	44.33
CM06	33.25	44.33	44.33
CM07	44.33	44.33	44.33
CM08	21.84	16.38	21.84
Blanco	21.84	21.84	21.84

Tabla N° 9. Volumen gastado de EDTA para muestreo en época lluviosa por el  
Factor de corrección

Muestra	Vol.EDTA(mL) gastado x FC* V1	Vol.EDTA(mL) gastado x FC* V2	Vol.EDTA(mL) gastado x FC* V3
TM01	0.412	0.309	0.309
CM02	0.412	0.412	0.515
CM03	0.412	0.412	0.515
CM04	0.412	0.515	0.412
CM05	0.515	0.412	0.412
CM06	0.412	0.412	0.412
CM07	0.412	0.515	0.412
CM08	0.309	0.515	0.412
Blanco	0.412	0.412	0.412

FC\*: Factor de corrección

Tabla N°10. Dureza total para segundo muestreo realizado

Muestra	mg/L CaCO <sub>3</sub> Valoración 1	mg/L CaCO <sub>3</sub> Valoración 2	mg/L CaCO <sub>3</sub> Valoración 3
TM01	44.33	33.25	33.25
CM02	44.33	44.33	55.41
CM03	44.33	44.33	55.41
CM04	44.33	55.41	44.33
CM05	55.41	44.33	44.33
CM06	44.33	44.33	55.41
CM07	44.33	55.41	44.33
CM08	33.25	55.41	44.33
REFERENCIA	44.33	44.33	44.33

## **ANEXO N° 9**

**Preparación de estándares de metales hierro, manganeso, arsénico  
y plomo para curva de calibración.**

### Preparación de estándares para curva de calibración de Arsénico

Se parte de una solución estándar de 1,000  $\mu\text{g}/\text{mL}$  de Arsénico y se prepara una solución madre de 200 $\mu\text{g}/\text{mL}$ , tomando 10.0 mL de la solución estándar de 1,000  $\mu\text{g}/\text{mL}$  y transfiriéndola a un balón volumétrico de 50.0 mL, se alcaliniza con KOH 1%, luego se neutraliza con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1% y luego se lleva a volumen 50.0 mL con HCl 0.1N.

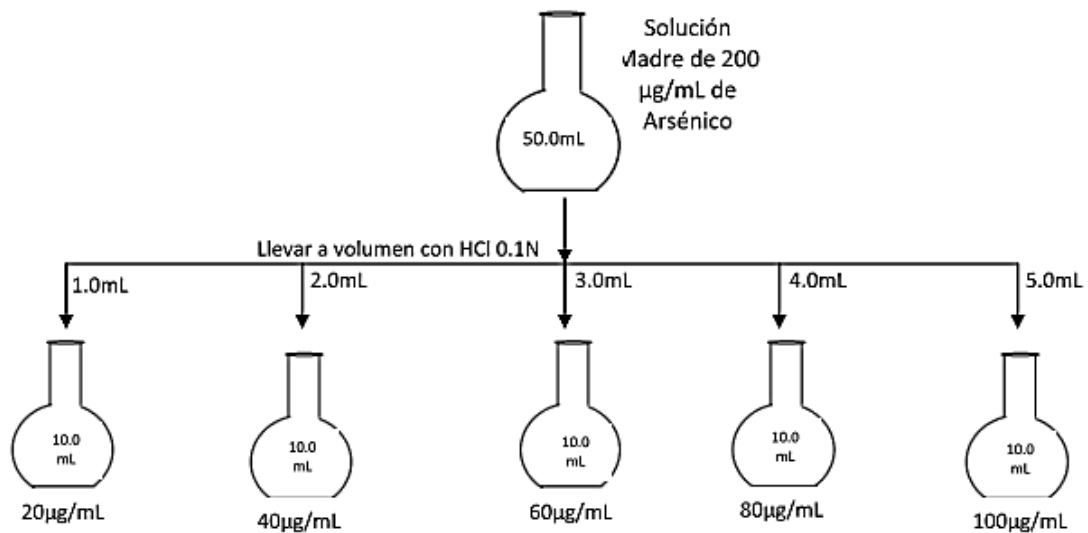


Figura N°14. Diluciones para preparación de estándar de arsénico.

Realizar las lecturas en equipo

### Preparación de estándares para curva de calibración de Plomo

Se parte de una solución estándar de 1000  $\mu\text{g}/\text{mL}$  de Plomo y se prepara una solución madre de 40  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , tomando 2.0 mL de la solución estándar y transferir a un balón volumétrico de 50.0 mL llevar a volumen con HCl 0.1N



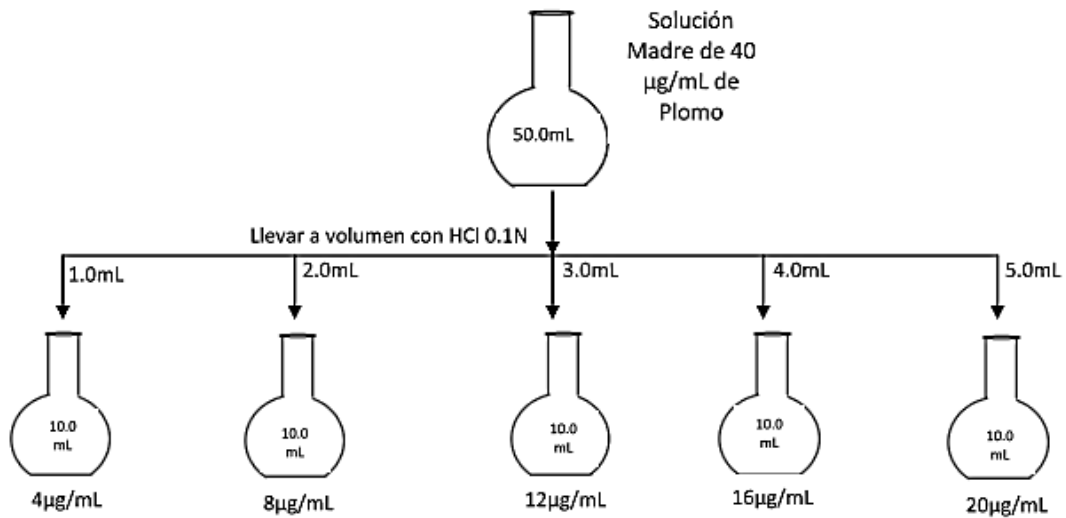


Figura N°15. Diluciones para preparación de estándar de plomo.

### Preparación de estándares para curva de calibración de Hierro

Se parte de una solución estándar de 1000 µg/mL de Hierro y se prepara una solución madre de 120 µg/mL, tomando 3.0 mL de la solución estándar y transfiriéndola a un balón volumétrico de 25.0 mL llevar a volumen con HCl 0.1N

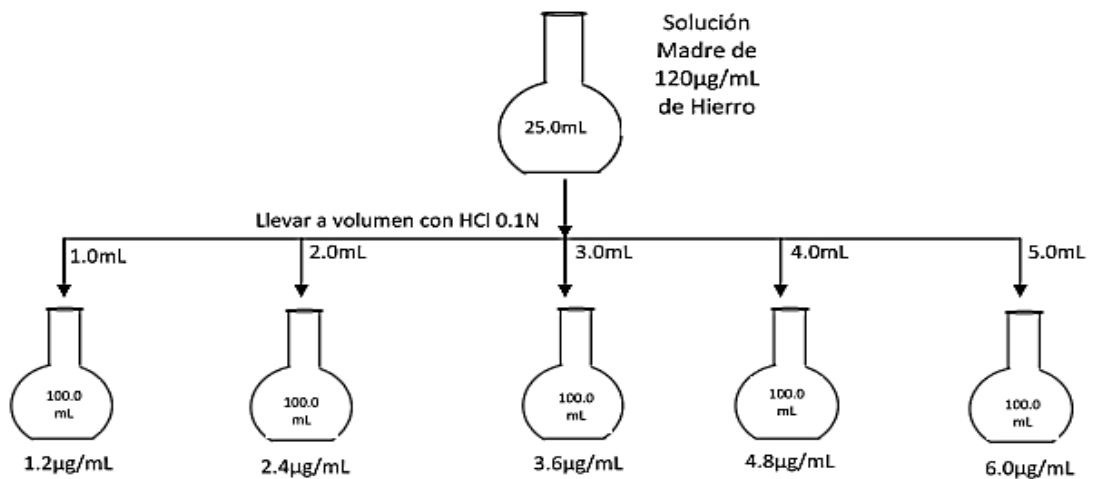


Figura N°16. Diluciones para preparación de estándar de hierro.

### Preparación de estándares para curva de calibración de Manganeso

Para la preparación de los estándares se utilizó una solución de 1000  $\mu\text{g/mL}$  de manganeso, y se prepara una solución madre de 60  $\mu\text{g/mL}$ , tomando 3.0 mL de la solución estándar y transferir a un balón volumétrico de 50.0 mL

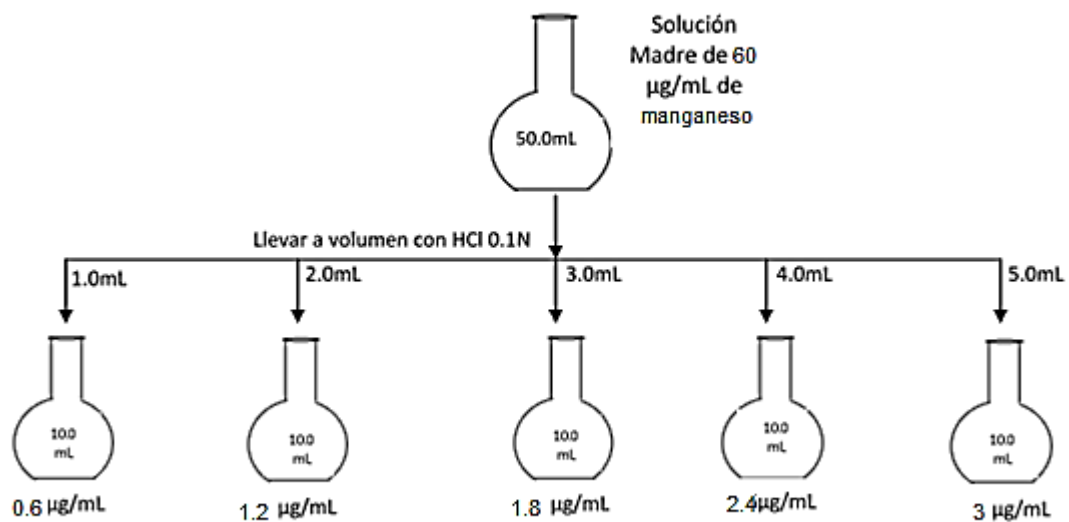


Figura N°17. Diluciones para preparación de estándar de manganeso.

## **ANEXO N° 10**

**Fotografías de las determinaciones realizadas en la parte  
experimental**



Figura N°18. Recolección de muestras, determinación de pH y temperatura.



Figura N°19. Determinación de sólidos disueltos totales, color y dureza.



Figura N°20. Determinación de hierro, manganeso, arsénico y plomo por Espectrofotometría de Absorción Atómica

## **ANEXO N° 11**

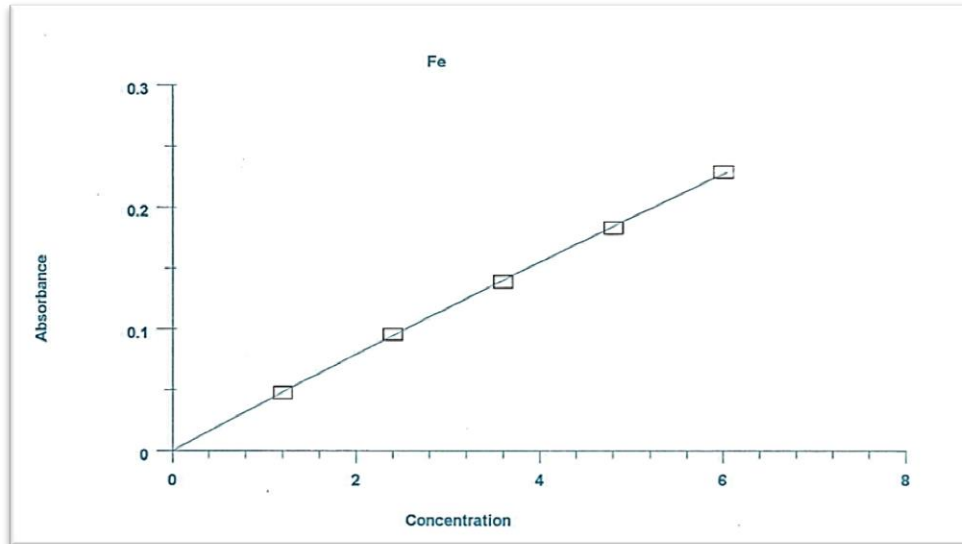
**Lecturas realizadas por el equipo de absorción atómica para Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Arsénico (As) y Plomo (Pb).**

Cuadro N° 19. Valores experimentales promedio de Lecturas realizadas por el equipo de absorción atómica para Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Arsénico (As) y Plomo (Pb) en agua de grifo de la colonia Los Naranjos.

Muestras parámetro	TM01		CM02		CM03		CM04		CM05		CM06		CM07		CM08		Límite Máximo permisible <sup>(6)</sup> por NSO 13.07.01:08
	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	
Hierro mg/L	0.022	0.038	0.027	0.037	0.037	0.041	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.3
Manganeso mg/L	0.006	0.011	0.007	0.015	0.011	0.02	0.01	0.015	0.009	0.012	0.011	0.015	0.015	0.013	0.011	0.012	0.3
Arsénico mg/L	13.46	8.936	9.91	9.8	6.846	16.3	8.318	23.16	ND	16.34	ND	13.71	ND	19.49	ND	10.34	0.01
Plomo mg/L	0.007	0.007	ND	0.01	0.001	0.015	ND	ND	ND	0.009	ND	0.01	ND	0.007	ND	0.009	0.01
Dureza* total mg/L	40.63	36.97	44.33	48.02	44.33	48.02	44.33	48.02	40.63	48.02	40.63	48.02	44.33	48.02	40.63	44.33	500

ND= no detectable.

Análisis de Hierro por Absorción Atómica. Primer muestreo (Lectura del equipo)



ppm

Figura N°21. Curva de calibración de hierro

```

=====
Element: Fe   Seq. No.: 4   Date: 08/07/2013
Sample ID: Calib Blank
=====
Repl  SampleConc  StndConc  BlnkCorr  Peak  Peak  Time
#     mg/L      mg/L      Signal   Area  Height
1     0.016     0.016     0.001    0.196  0.201  17:45:03
2     0.024     0.024     0.000    0.196  0.203  17:45:06
3     0.027     0.027     0.000    0.196  0.203  17:45:08
Mean: 0.022     0.022     0.000
SD : 0.006     0.006     0.000
%RSD: 26.10    26.10    26.09
Auto-zero performed.
    
```

```

=====
Element: Fe   Seq. No.: 5   Date: 08/07/2013
Sample ID: TM01
=====
Repl  SampleConc  StndConc  BlnkCorr  Peak  Peak  Time
#     mg/L      mg/L      Signal   Area  Height
1     0.016     0.016     0.001    0.197  0.201  17:47:01
2     0.024     0.024     0.001    0.197  0.202  17:47:04
3     0.027     0.027     0.001    0.198  0.202  17:47:06
Mean: 0.022     0.022     0.001
SD : 0.006     0.006     0.000
%RSD: 26.10    26.10    26.09
    
```



=====  
Element: Fe Seq. No.: 7 Date: 08/07/2013  
Sample ID: CM02  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.026	0.026	0.001	0.197	0.203	17:48:12
2	0.026	0.026	0.001	0.198	0.202	17:48:14
3	0.028	0.028	0.001	0.198	0.202	17:48:17
Mean:	0.027	0.027	0.001			
SD :	0.002	0.002	0.000			
%RSD:	5.87	5.87	5.86			

=====  
Element: Fe Seq. No.: 8 Date: 08/07/2013  
Sample ID: CM03  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.040	0.040	0.002	0.198	0.203	17:49:33
2	0.033	0.033	0.001	0.198	0.203	17:49:36
3	0.037	0.037	0.001	0.198	0.204	17:49:38
Mean:	0.037	0.037	0.001			
SD :	0.003	0.003	0.000			
%RSD:	9.09	9.09	9.09			

=====  
Element: Fe Seq. No.: 9 Date: 08/07/2013  
Sample ID: CM04  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	-0.013	-0.013	-0.001	0.196	0.203	17:50:27
2	-0.007	-0.007	0.000	0.196	0.202	17:50:30
3	0.001	0.001	0.000	0.196	0.201	17:50:33
Mean:	-0.006	-0.006	0.000			
SD :	0.007	0.007	0.000			
%RSD:	109.6	109.6	109.62			

=====  
Element: Fe Seq. No.: 10 Date: 08/07/2013  
Sample ID: CM05  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	-0.015	-0.015	-0.001	0.196	0.202	17:51:34
2	0.007	0.007	0.000	0.197	0.201	17:51:37
3	-0.005	-0.005	0.000	0.196	0.202	17:51:39
Mean:	-0.004	-0.004	0.000			
SD :	0.011	0.011	0.000			
%RSD:	266.3	266.3	266.25			

=====  
Element: Fe Seq. No.: 11 Date: 08/07/2013  
Sample ID: CM06  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	-0.006	-0.006	0.000	0.196	0.201	17:52:31
2	0.007	0.007	0.000	0.197	0.205	17:52:33
3	-0.043	-0.043	-0.002	0.195	0.200	17:52:37
Mean:	-0.014	-0.014	-0.001			
SD :	0.026	0.026	0.001			
%RSD:	187.0	187.0	187.02			

=====  
Element: Fe    Seq. No.: 12    Date: 08/07/2013  
Sample ID: CM07  
=====

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	-0.047	-0.047	-0.002	0.195	0.201	17:54:31
2	-0.043	-0.043	-0.002	0.195	0.201	17:54:33
3	-0.041	-0.041	-0.002	0.195	0.201	17:54:35
Mean:	-0.044	-0.044	-0.002			
SD :	0.003	0.003	0.000			
%RSD:	7.21	7.21	7.21			

=====  
Element: Fe    Seq. No.: 13    Date: 08/07/2013  
Sample ID: CM08  
=====

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	-0.026	-0.026	-0.001	0.195	0.204	17:55:17
2	-0.047	-0.047	-0.002	0.195	0.201	17:55:20
3	-0.033	-0.033	-0.001	0.195	0.203	17:55:23
Mean:	-0.035	-0.035	-0.001			
SD :	0.011	0.011	0.000			
%RSD:	30.90	30.90	30.91			

### Análisis de Hierro por Absorción Atómica en poca lluviosa (Lectura del equipo)

=====  
Method Name: AnalisisFeUSP33    Element: Fe  
Method Description: Analisis Fe- USP-33  
  
Date: 20/02/2014  
Technique: Flame    Calibration Equation: Zero Intercept: Nonlinear  
Wavelength: 248.3 nm    Slit Width: 0.20 nm  
Lamp Current: 25    Energy: 51  
Sample Info File: FE200214.SIF    Results Data Set: Fe200214 UES  
=====

=====  
Element: Fe    Seq. No.: 1    Date: 20/02/2014  
Sample ID: Calib Blank  
=====

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1			0.116	0.116	0.123	10:41:27
2			0.116	0.116	0.123	10:41:29
3			0.115	0.115	0.124	10:41:32
Mean:			0.115			
SD :			0.000			
%RSD:			0.21			

Auto-zero performed.

=====  
Element: Fe Seq. No.: 8 Date: 20/02/2014  
Sample ID: TM01  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.028	0.028	0.001	0.117	0.123	10:43:02
2	0.042	0.042	0.002	0.117	0.125	10:43:05
3	0.044	0.044	0.002	0.117	0.124	10:43:07
Mean:	0.038	0.038	0.002			
SD :	0.009	0.009	0.000			
%RSD:	23.09	23.09	23.09			

=====  
Element: Fe Seq. No.: 9 Date: 20/02/2014  
Sample ID: CM02  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.033	0.033	0.001	0.117	0.121	10:43:35
2	0.042	0.042	0.002	0.117	0.123	10:43:38
3	0.036	0.036	0.001	0.117	0.124	10:43:40
Mean:	0.037	0.037	0.001			
SD :	0.005	0.005	0.000			
%RSD:	12.69	12.69	12.69			

=====  
Element: Fe Seq. No.: 12 Date: 20/02/2014  
Sample ID: CM03  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.035	0.035	0.001	0.117	0.125	10:44:34
2	0.048	0.048	0.002	0.117	0.125	10:44:37
3	0.039	0.039	0.002	0.117	0.124	10:44:40
Mean:	0.041	0.041	0.002			
SD :	0.007	0.007	0.000			
%RSD:	16.50	16.50	16.49			

=====  
Element: Fe Seq. No.: 15 Date: 20/02/2014  
Sample ID: CM04  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	-0.110	-0.110	-0.004	0.111	0.116	10:48:13
2	-0.122	-0.122	-0.005	0.110	0.120	10:48:15
3	-0.132	-0.132	-0.005	0.110	0.117	10:48:18
Mean:	-0.121	-0.121	-0.005			
SD :	0.011	0.011	0.000			
%RSD:	9.08	9.08	9.09			

=====  
Element: Fe Seq. No.: 16 Date: 20/02/2014  
Sample ID: CM05  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	-0.191	-0.191	-0.008	0.108	0.115	10:49:52
2	-0.173	-0.173	-0.007	0.108	0.115	10:49:54
3	-0.172	-0.172	-0.007	0.108	0.114	10:49:57
Mean:	-0.179	-0.179	-0.007			
SD :	0.010	0.010	0.000			
%RSD:	5.85	5.85	5.86			

=====  
Element: Fe    Seq. No.: 18            Date: 20/02/2014  
Sample ID: CM06  
=====

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	-0.146	-0.146	-0.006	0.109	0.116	10:50:39
2	-0.128	-0.128	-0.005	0.110	0.119	10:50:42
3	-0.136	-0.136	-0.006	0.110	0.116	10:50:45
Mean:	-0.137	-0.137	-0.006			
SD :	0.009	0.009	0.000			
%RSD:	6.66	6.66	6.68			

=====  
Element: Fe    Seq. No.: 20            Date: 20/02/2014  
Sample ID: CM07  
=====

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	-0.141	-0.141	-0.006	0.110	0.117	10:51:21
2	-0.138	-0.138	-0.006	0.110	0.118	10:51:23
3	-0.128	-0.128	-0.005	0.110	0.119	10:51:26
Mean:	-0.136	-0.136	-0.006			
SD :	0.007	0.007	0.000			
%RSD:	5.32	5.32	5.33			

=====  
Element: Fe    Seq. No.: 22            Date: 20/02/2014  
Sample ID: CM08  
=====

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	-0.151	-0.151	-0.006	0.109	0.117	10:52:11
2	-0.147	-0.147	-0.006	0.109	0.115	10:52:13
3	-0.136	-0.136	-0.006	0.110	0.116	10:52:16
Mean:	-0.145	-0.145	-0.006			
SD :	0.008	0.008	0.000			
%RSD:	5.19	5.19	5.20			

Análisis de Manganeso por Absorción Atómica. Primer muestreo (Lectura del equipo)

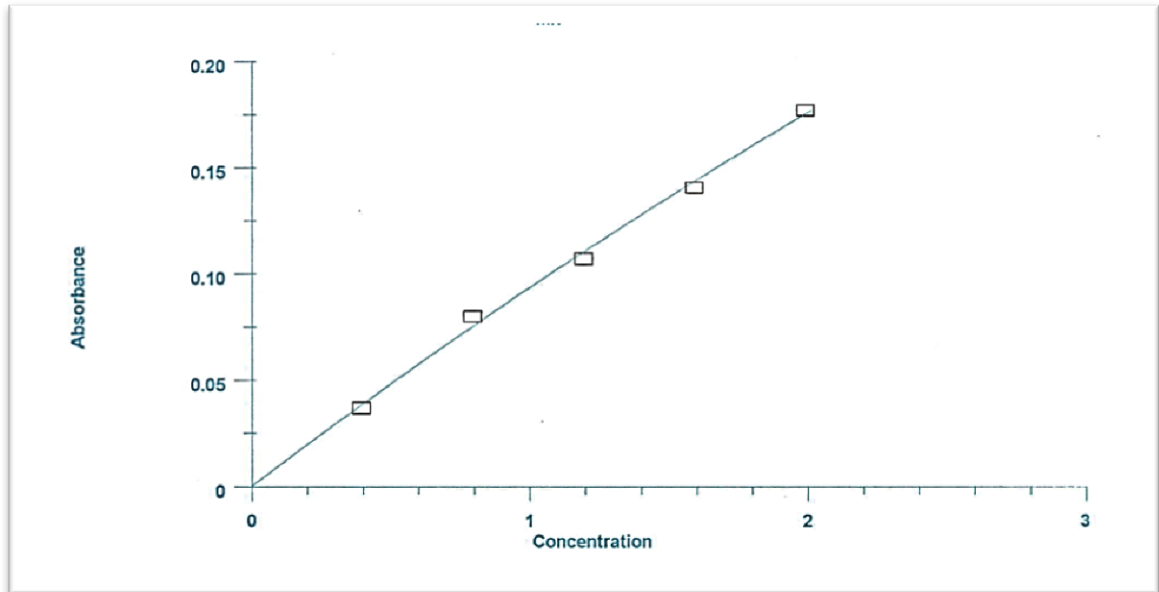


Figura N° 22. Curva de calibración de manganeso

ppm

```

=====
Element: Mn   Seq. No.: 2   Date: 08/07/2013
Sample ID: Calib Blank
=====
Repl  SampleConc  StndConc  BlnkCorr  Peak  Peak  Time
#     mg/L      mg/L      Signal    Area  Height
1     0.000      0.000     0.000     0.127 0.132 18:00:14
2     0.001      0.000     0.001     0.127 0.131 18:00:16
3     0.000      0.000     0.000     0.127 0.132 18:00:19
Mean: 0.000
SD : 0.000
%RSD: 72.79
Auto-zero performed.

```

=====  
Element: Mn    Seq. No.: 7            Date: 08/07/2013  
Sample ID: TM01  
=====

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.006	0.006	0.001	0.128	0.133	18:03:37
2	0.005	0.005	0.001	0.127	0.132	18:03:39
3	0.007	0.007	0.001	0.128	0.133	18:03:42
Mean:	0.006	0.006	0.001			
SD :	0.001	0.001	0.000			
%RSD:	18.28	18.28	18.27			

=====  
Element: Mn    Seq. No.: 8            Date: 08/07/2013  
Sample ID: CM02  
=====

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.008	0.008	0.001	0.128	0.133	18:04:49
2	0.008	0.008	0.001	0.128	0.133	18:04:51
3	0.007	0.007	0.001	0.128	0.133	18:04:54
Mean:	0.007	0.007	0.001			
SD :	0.000	0.000	0.000			
%RSD:	6.07	6.07	6.07			

=====  
Element: Mn    Seq. No.: 9            Date: 08/07/2013  
Sample ID: CM03  
=====

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.012	0.012	0.001	0.128	0.133	18:06:07
2	0.010	0.010	0.001	0.128	0.132	18:06:10
3	0.011	0.011	0.001	0.128	0.132	18:06:13
Mean:	0.011	0.011	0.001			
SD :	0.001	0.001	0.000			
%RSD:	11.24	11.24	11.23			

=====  
Element: Mn    Seq. No.: 10           Date: 08/07/2013  
Sample ID: CM04  
=====

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.011	0.011	0.001	0.128	0.133	18:07:03
2	0.011	0.011	0.001	0.128	0.133	18:07:06
3	0.009	0.009	0.001	0.128	0.133	18:07:09
Mean:	0.010	0.010	0.001			
SD :	0.001	0.001	0.000			
%RSD:	11.56	11.56	11.55			

=====  
Element: Mn    Seq. No.: 11            Date: 08/07/2013  
Sample ID: CM05  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.010	0.010	0.001	0.128	0.133	18:07:41
2	0.007	0.007	0.001	0.128	0.132	18:07:43
3	0.009	0.009	0.001	0.128	0.132	18:07:46
Mean:	0.009	0.009	0.001			
SD :	0.001	0.001	0.000			
%RSD:	15.54	15.54	15.53			

=====  
Element: Mn    Seq. No.: 12            Date: 08/07/2013  
Sample ID: CM06  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.012	0.012	0.001	0.128	0.133	18:08:29
2	0.012	0.012	0.001	0.128	0.133	18:08:31
3	0.011	0.011	0.001	0.128	0.133	18:08:34
Mean:	0.011	0.011	0.001			
SD :	0.000	0.000	0.000			
%RSD:	2.93	2.93	2.93			

=====  
Element: Mn    Seq. No.: 13            Date: 08/07/2013  
Sample ID: CM07  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.014	0.014	0.002	0.128	0.134	18:09:45
2	0.015	0.015	0.002	0.129	0.133	18:09:48
3	0.017	0.017	0.002	0.129	0.134	18:09:51
Mean:	0.015	0.015	0.002			
SD :	0.002	0.002	0.000			
%RSD:	12.06	12.06	12.04			

=====  
Element: Mn    Seq. No.: 14            Date: 08/07/2013  
Sample ID: 08  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.013	0.013	0.001	0.128	0.133	18:10:28
2	0.009	0.009	0.001	0.128	0.133	18:10:30
3	0.010	0.010	0.001	0.128	0.132	18:10:33
Mean:	0.011	0.011	0.001			
SD :	0.002	0.002	0.000			
%RSD:	19.64	19.64	19.62			

Análisis de Manganeso por Absorción Atómica en época lluviosa (Lectura del equipo)

=====  
 Element: Mn Seq. No.: 4 Date: 20/02/2014  
 Sample ID: Calib Blank  
 =====

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1			-0.001	0.100	0.104	11:28:24
2			0.000	0.100	0.103	11:28:27
3			0.000	0.100	0.105	11:28:30
Mean:			0.000			
SD :			0.000			
%RSD:			59.11			

Auto-zero performed.

=====  
 Element: Mn Seq. No.: 6 Date: 20/02/2014  
 Sample ID: TM01  
 =====

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.010	0.010	0.001	0.101	0.105	11:29:10
2	0.009	0.009	0.001	0.101	0.105	11:29:13
3	0.015	0.015	0.001	0.101	0.105	11:29:15
Mean:	0.011	0.011	0.001			
SD :	0.003	0.003	0.000			
%RSD:	28.29	28.29	28.27			

=====  
 Element: Mn Seq. No.: 7 Date: 20/02/2014  
 Sample ID: CM02  
 =====

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.015	0.015	0.001	0.101	0.106	11:29:47
2	0.016	0.016	0.002	0.102	0.106	11:29:50
3	0.014	0.014	0.001	0.101	0.106	11:29:52
Mean:	0.015	0.015	0.001			
SD :	0.001	0.001	0.000			
%RSD:	5.09	5.09	5.08			

=====  
 Element: Mn Seq. No.: 9 Date: 20/02/2014  
 Sample ID: CM03  
 =====

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.019	0.019	0.002	0.102	0.106	11:30:31
2	0.021	0.021	0.002	0.102	0.106	11:30:34
3	0.021	0.021	0.002	0.102	0.106	11:30:37
Mean:	0.020	0.020	0.002			
SD :	0.001	0.001	0.000			
%RSD:	4.73	4.73	4.73			



=====  
Element: Mn    Seq. No.: 12            Date: 20/02/2014  
Sample ID: CM04  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.014	0.014	0.001	0.101	0.105	11:31:55
2	0.017	0.017	0.002	0.102	0.107	11:31:58
3	0.015	0.015	0.001	0.101	0.106	11:32:00
Mean:	0.015	0.015	0.001			
SD :	0.001	0.001	0.000			
%RSD:	9.74	9.74	9.73			

=====  
Element: Mn    Seq. No.: 13            Date: 20/02/2014  
Sample ID: CM05  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.016	0.016	0.002	0.102	0.106	11:32:22
2	0.010	0.010	0.001	0.101	0.107	11:32:24
3	0.011	0.011	0.001	0.101	0.105	11:32:27
Mean:	0.012	0.012	0.001			
SD :	0.003	0.003	0.000			
%RSD:	24.92	24.92	24.90			

=====  
Element: Mn    Seq. No.: 16            Date: 20/02/2014  
Sample ID: CM06  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.015	0.015	0.002	0.102	0.105	11:33:20
2	0.015	0.015	0.001	0.101	0.105	11:33:24
3	0.014	0.014	0.001	0.101	0.106	11:33:26
Mean:	0.015	0.015	0.001			
SD :	0.001	0.001	0.000			
%RSD:	4.16	4.16	4.16			

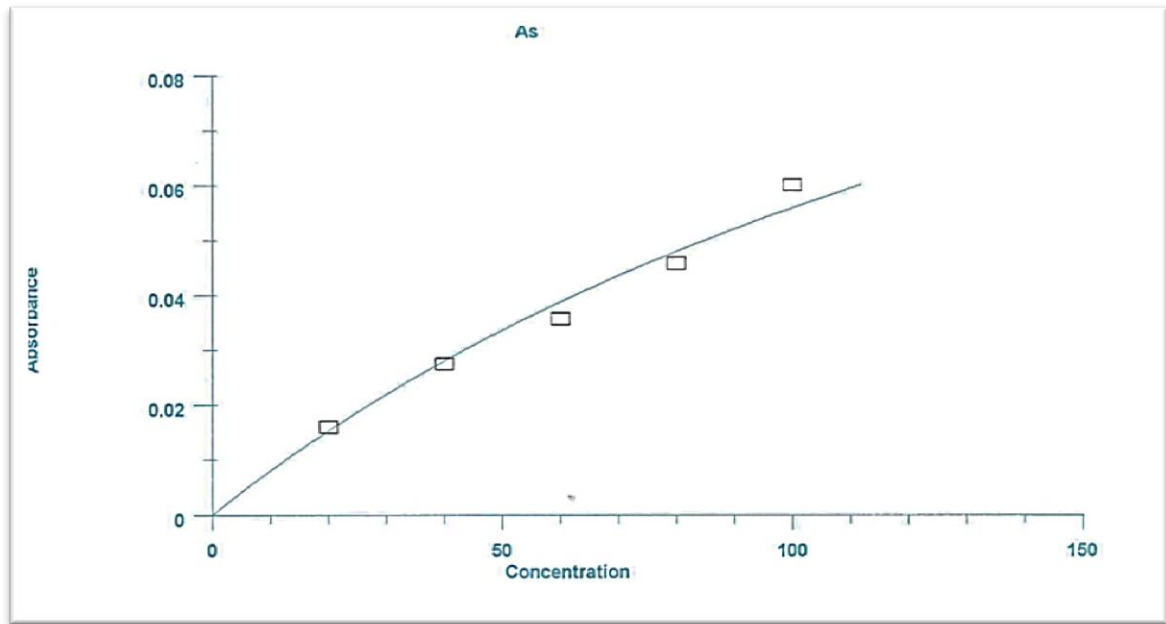
=====  
Element: Mn    Seq. No.: 17            Date: 20/02/2014  
Sample ID: CM07  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.011	0.011	0.001	0.101	0.105	11:33:52
2	0.014	0.014	0.001	0.101	0.106	11:33:55
3	0.015	0.015	0.001	0.101	0.105	11:33:57
Mean:	0.013	0.013	0.001			
SD :	0.002	0.002	0.000			
%RSD:	15.59	15.59	15.58			

=====  
Element: Mn    Seq. No.: 20            Date: 20/02/2014  
Sample ID: CM8  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.011	0.011	0.001	0.101	0.106	11:34:50
2	0.013	0.013	0.001	0.101	0.105	11:34:52
3	0.011	0.011	0.001	0.101	0.106	11:34:55
Mean:	0.012	0.012	0.001			
SD :	0.001	0.001	0.000			
%RSD:	9.57	9.57	9.56			

Análisis de Arsénico por Absorción Atómica. Primer muestreo (Lectura del equipo)



ppm

Figura N°23. Curva de calibración de Arsénico

```

=====
Method Name: AnalisisAsUSP33      Element: As
Method Description: Analisis As USP-33 Absorcion Atomica
  
```

```

Date: 08/07/2013
Technique: Flame                  Calibration Equation: Zero Intercept: Nonlinear
Wavelength: 193.7 nm             Slit Width: 0.70 nm
Lamp Current: 18                 Energy: 25
Sample Info File: H2OUES.SIF     Results Data Set: ASH20 UES
  
```

```

=====
Element: As      Seq. No.: 1      Date: 08/07/2013
Sample ID: Calib Blank
  
```

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1			0.592	0.575	0.638	18:31:00
2			0.589	0.571	0.655	18:31:02
3			0.596	0.578	0.645	18:31:05
Mean:			0.592			
SD :			0.003			
%RSD:			0.58			

Auto-zero performed.

Element: As Seq. No.: 14 Date: 08/07/2013  
Sample ID: TM01

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	7.158	7.158	0.006	0.643	0.720	18:35:56
2	19.76	19.76	0.016	0.652	0.703	18:35:58
3	13.48	13.48	0.011	0.648	0.702	18:36:01
Mean:	13.46	13.46	0.011			
SD :	6.300	6.300	0.005			
%RSD:	46.79	46.79	42.15			

Element: As Seq. No.: 15 Date: 08/07/2013  
Sample ID: CM02

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	15.48	15.48	0.013	0.649	0.739	18:37:13
2	10.32	10.32	0.009	0.645	0.698	18:37:16
3	3.929	3.929	0.004	0.640	0.701	18:37:18
Mean:	9.910	9.910	0.008			
SD :	5.788	5.788	0.005			
%RSD:	58.41	58.41	54.64			

Element: As Seq. No.: 16 Date: 08/07/2013  
Sample ID: CM03

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	7.237	7.237	0.006	0.643	0.708	18:37:59
2	4.596	4.596	0.004	0.640	0.716	18:38:01
3	8.705	8.705	0.008	0.644	0.712	18:38:04
Mean:	6.846	6.846	0.006			
SD :	2.082	2.082	0.002			
%RSD:	30.41	30.41	28.69			

Element: As Seq. No.: 17 Date: 08/07/2013  
Sample ID: CM04

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	6.854	6.854	0.006	0.642	0.715	18:39:01
2	12.99	12.99	0.011	0.647	0.713	18:39:03
3	5.112	5.112	0.005	0.641	0.697	18:39:06
Mean:	8.318	8.318	0.007			
SD :	4.136	4.136	0.003			
%RSD:	49.73	49.73	45.67			

=====  
Element: As      Seq. No.: 23      Date: 08/07/2013  
Sample ID: CM05  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	-2.585	-2.585	-0.003	0.638	0.690	18:42:22
2	-5.853	-5.853	-0.006	0.635	0.698	18:42:24
3	-4.242	-4.242	-0.004	0.636	0.711	18:42:27
Mean:	-4.227	-4.227	-0.004			
SD :	1.634	1.634	0.002			
%RSD:	38.66	38.66	40.41			

=====  
Element: As      Seq. No.: 24      Date: 08/07/2013  
Sample ID: CM06  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	-6.751	-6.751	-0.007	0.634	0.707	18:43:27
2	2.467	2.467	0.002	0.643	0.726	18:43:30
3	-0.790	-0.790	-0.001	0.640	0.706	18:43:32
Mean:	-1.692	-1.692	-0.002			
SD :	4.674	4.674	0.005			
%RSD:	276.3	276.3	260.33			

=====  
Element: As      Seq. No.: 25      Date: 08/07/2013  
Sample ID: CM07  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.728	0.728	0.001	0.641	0.701	18:44:30
2	-4.489	-4.489	-0.005	0.636	0.697	18:44:33
3	-2.582	-2.582	-0.003	0.638	0.707	18:44:35
Mean:	-2.114	-2.114	-0.002			
SD :	2.640	2.640	0.003			
%RSD:	124.9	124.9	123.87			

=====  
Element: As      Seq. No.: 26      Date: 08/07/2013  
Sample ID: CM08  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	-0.925	-0.925	-0.001	0.640	0.700	18:45:02
2	-3.338	-3.338	-0.003	0.637	0.688	18:45:05
3	-0.527	-0.527	-0.001	0.640	0.711	18:45:07
Mean:	-1.597	-1.597	-0.002			
SD :	1.521	1.521	0.002			
%RSD:	95.25	95.25	96.80			

Análisis de Arsénico por Absorción Atómica en época lluviosa (Lectura del equipo)

=====  
 Element: As    Seq. No.: 4            Date: 20/02/2014  
 Sample ID: Calib Blank  
 =====

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1			0.002	0.663	0.743	11:52:06
2			-0.002	0.658	0.711	11:52:09
3			-0.001	0.659	0.739	11:52:12
Mean:			0.000			
SD :			0.002			
%RSD:			682.60			

Auto-zero performed.

=====  
 Element: As    Seq. No.: 5            Date: 20/02/2014  
 Sample ID: TM01  
 =====

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	1.979	1.979	0.002	0.662	0.740	11:52:53
2	9.305	9.305	0.008	0.667	0.740	11:52:55
3	15.52	15.52	0.012	0.672	0.764	11:52:58
Mean:	8.936	8.936	0.007			
SD :	6.780	6.780	0.005			
%RSD:	75.87	75.87	74.03			

=====  
 Element: As    Seq. No.: 8            Date: 20/02/2014  
 Sample ID: CM02  
 =====

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	8.483	8.483	0.007	0.667	0.748	11:54:20
2	8.830	8.830	0.007	0.667	0.763	11:54:23
3	12.09	12.09	0.010	0.670	0.766	11:54:25
Mean:	9.800	9.800	0.008			
SD :	1.987	1.987	0.002			
%RSD:	20.28	20.28	19.23			

=====  
 Element: As    Seq. No.: 10           Date: 20/02/2014  
 Sample ID: CM03  
 =====

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	16.51	16.51	0.013	0.673	0.732	11:55:05
2	12.50	12.50	0.010	0.670	0.755	11:55:08
3	19.89	19.89	0.015	0.675	0.739	11:55:10
Mean:	16.30	16.30	0.013			
SD :	3.700	3.700	0.003			
%RSD:	22.70	22.70	21.04			

=====  
 Element: As    Seq. No.: 11           Date: 20/02/2014  
 Sample ID: CM04  
 =====

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	17.63	17.63	0.014	0.674	0.750	11:55:38
2	35.26	35.26	0.025	0.685	0.776	11:55:40
3	16.58	16.58	0.013	0.673	0.748	11:55:43
Mean:	23.16	23.16	0.017			
SD :	10.50	10.50	0.007			
%RSD:	45.33	45.33	40.00			

=====  
Element: As      Seq. No.: 15      Date: 20/02/2014  
Sample ID: CM05  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	16.44	16.44	0.013	0.673	0.785	11:58:18
2	19.83	19.83	0.015	0.675	0.793	11:58:21
3	12.75	12.75	0.010	0.670	0.766	11:58:23
Mean:	16.34	16.34	0.013			
SD :	3.545	3.545	0.003			
%RSD:	21.69	21.69	20.08			

=====  
Element: As      Seq. No.: 16      Date: 20/02/2014  
Sample ID: CM06  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	10.48	10.48	0.008	0.668	0.786	11:59:02
2	8.180	8.180	0.007	0.667	0.733	11:59:05
3	22.46	22.46	0.017	0.677	0.785	11:59:07
Mean:	13.71	13.71	0.011			
SD :	7.666	7.666	0.006			
%RSD:	55.93	55.93	51.99			

=====  
Element: As      Seq. No.: 20      Date: 20/02/2014  
Sample ID: CM07  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	17.13	17.13	0.013	0.673	0.777	12:00:24
2	17.98	17.98	0.014	0.674	0.755	12:00:26
3	23.37	23.37	0.018	0.678	0.757	12:00:29
Mean:	19.49	19.49	0.015			
SD :	3.381	3.381	0.002			
%RSD:	17.34	17.34	15.66			

=====  
Element: As      Seq. No.: 21      Date: 20/02/2014  
Sample ID: CM08  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	10.53	10.53	0.008	0.668	0.749	12:01:12
2	9.908	9.908	0.008	0.668	0.746	12:01:15
3	10.58	10.58	0.008	0.668	0.752	12:01:17
Mean:	10.34	10.34	0.008			
SD :	0.374	0.374	0.000			
%RSD:	3.62	3.62	3.44			

## Análisis de Plomo por Absorción Atómica en época seca (Lectura del equipo)

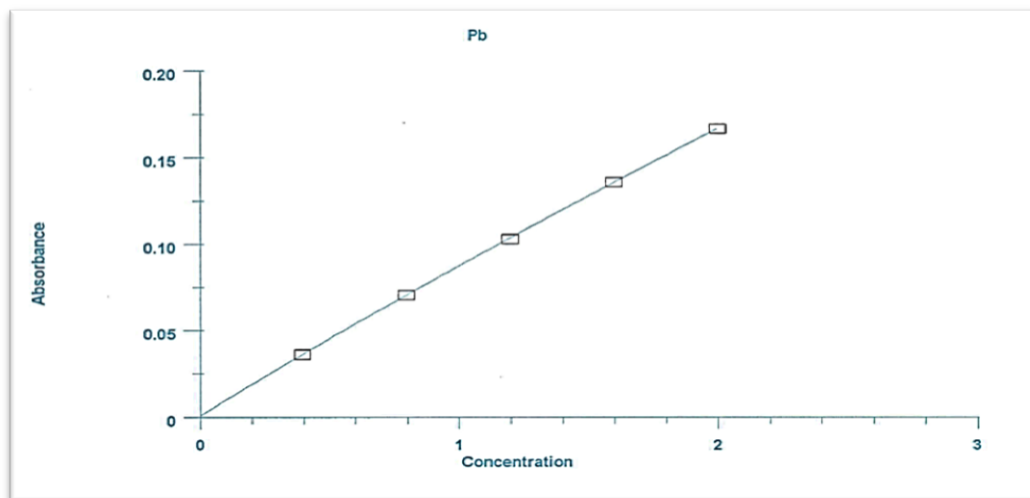
```
=====
Method Name: AnalisisPbUSP33      Element: Pb
Method Description: Analisis de Plomo USP-33

Date: 08/07/2013
Technique: Flame                  Calibration Equation: Zero Intercept: Nonlinear
Wavelength: 283.3 nm             Slit Width: 0.70 nm
Lamp Current: 10                 Energy: 68
Sample Info File: H2OUES.SIF     Results Data Set: PbH2O UES
=====
```

```
=====
Element: Pb      Seq. No.: 1      Date: 08/07/2013
Sample ID: Calib Blank
=====
```

Repl #	Sample Conc mg/L	Std Conc mg/L	Blk Corr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1			-0.146	-0.019	-0.017	18:13:43
2			-0.146	-0.019	-0.017	18:13:46
3			-0.146	-0.019	-0.017	18:13:49
Mean:			-0.146			
SD :			0.000			
%RSD:			0.14			

Auto-zero performed.



ppm

Figura N° 24. Curva de calibración de plomo



=====  
Element: Pb      Seq. No.: 8              Date: 08/07/2013  
Sample ID: TM01  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.006	0.006	0.000	-0.017	-0.015	18:18:53
2	0.008	0.008	0.001	-0.017	-0.015	18:18:56
3	0.007	0.007	0.001	-0.017	-0.015	18:18:58
Mean:	0.007	0.007	0.001			
SD :	0.001	0.001	0.000			
%RSD:	12.89	12.89	12.88			

=====  
Element: Pb      Seq. No.: 9              Date: 08/07/2013  
Sample ID: CM02  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	-0.001	-0.001	0.000	-0.018	-0.015	18:20:21
2	0.001	0.001	0.000	-0.017	-0.016	18:20:23
3	-0.001	-0.001	0.000	-0.018	-0.015	18:20:26
Mean:	0.000	0.000	0.000			
SD :	0.001	0.001	0.000			
%RSD:	228.3	228.3	228.27			

=====  
Element: Pb      Seq. No.: 10              Date: 08/07/2013  
Sample ID: CM03  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.001	0.001	0.000	-0.017	-0.015	18:20:45
2	0.002	0.002	0.000	-0.017	-0.016	18:20:47
3	-0.001	-0.001	0.000	-0.018	-0.016	18:20:50
Mean:	0.001	0.001	0.000			
SD :	0.001	0.001	0.000			
%RSD:	179.6	179.6	179.56			

=====  
Element: Pb      Seq. No.: 11              Date: 08/07/2013  
Sample ID: CM04  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	-0.004	-0.004	0.000	-0.018	-0.016	18:21:43
2	-0.005	-0.005	0.000	-0.018	-0.016	18:21:45
3	-0.004	-0.004	0.000	-0.018	-0.016	18:21:48
Mean:	-0.004	-0.004	0.000			
SD :	0.000	0.000	0.000			
%RSD:	11.23	11.23	11.23			



=====  
Element: Pb    Seq. No.: 12    Date: 08/07/2013  
Sample ID: CM05  
=====

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	-0.005	-0.005	0.000	-0.018	-0.016	18:22:42
2	-0.005	-0.005	0.000	-0.018	-0.016	18:22:46
3	-0.004	-0.004	0.000	-0.018	-0.016	18:22:48
Mean:	-0.004	-0.004	0.000			
SD :	0.000	0.000	0.000			
%RSD:	5.04	5.04	5.04			

=====  
Element: Pb    Seq. No.: 14    Date: 08/07/2013  
Sample ID: CM06  
=====

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	-0.015	-0.015	-0.001	-0.019	-0.017	18:25:35
2	-0.014	-0.014	-0.001	-0.019	-0.016	18:25:38
3	-0.014	-0.014	-0.001	-0.019	-0.017	18:25:41
Mean:	-0.014	-0.014	-0.001			
SD :	0.001	0.001	0.000			
%RSD:	4.54	4.54	4.54			

=====  
Element: Pb    Seq. No.: 15    Date: 08/07/2013  
Sample ID: CM07  
=====

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	-0.017	-0.017	-0.001	-0.019	-0.017	18:26:56
2	-0.019	-0.019	-0.002	-0.019	-0.017	18:26:58
3	-0.018	-0.018	-0.002	-0.019	-0.017	18:27:01
Mean:	-0.018	-0.018	-0.002			
SD :	0.001	0.001	0.000			
%RSD:	4.73	4.73	4.73			

=====  
Element: Pb    Seq. No.: 16    Date: 08/07/2013  
Sample ID: CM08  
=====

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	Blncorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	-0.015	-0.015	-0.001	-0.019	-0.017	18:28:35
2	-0.012	-0.012	-0.001	-0.019	-0.016	18:28:38
3	-0.016	-0.016	-0.001	-0.019	-0.017	18:28:40
Mean:	-0.014	-0.014	-0.001			
SD :	0.002	0.002	0.000			
%RSD:	13.75	13.75	13.75			



=====  
Element: Pb    Seq. No.: 10            Date: 20/02/2014  
Sample ID: CM04  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	-0.009	-0.009	-0.001	-0.029	-0.028	11:42:57
2	-0.009	-0.009	-0.001	-0.029	-0.027	11:43:00
3	-0.012	-0.012	-0.001	-0.030	-0.027	11:43:03
Mean:	-0.010	-0.010	-0.001			
SD :	0.002	0.002	0.000			
%RSD:	16.70	16.70	16.71			

=====  
Element: Pb    Seq. No.: 15            Date: 20/02/2014  
Sample ID: CM05  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.007	0.007	0.001	-0.029	-0.027	11:44:45
2	0.009	0.009	0.001	-0.028	-0.026	11:44:48
3	0.009	0.009	0.001	-0.028	-0.026	11:44:51
Mean:	0.009	0.009	0.001			
SD :	0.001	0.001	0.000			
%RSD:	17.30	17.30	17.29			

=====  
Element: Pb    Seq. No.: 16            Date: 20/02/2014  
Sample ID: CM06  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.011	0.011	0.001	-0.028	-0.027	11:45:30
2	0.011	0.011	0.001	-0.028	-0.026	11:45:32
3	0.009	0.009	0.001	-0.028	-0.026	11:45:35
Mean:	0.010	0.010	0.001			
SD :	0.001	0.001	0.000			
%RSD:	9.45	9.45	9.45			

=====  
Element: Pb    Seq. No.: 19            Date: 20/02/2014  
Sample ID: CM07  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.008	0.008	0.001	-0.028	-0.027	11:46:56
2	0.007	0.007	0.001	-0.029	-0.026	11:46:59
3	0.008	0.008	0.001	-0.028	-0.027	11:47:01
Mean:	0.007	0.007	0.001			
SD :	0.000	0.000	0.000			
%RSD:	6.65	6.65	6.65			

=====  
Element: Pb    Seq. No.: 20            Date: 20/02/2014  
Sample ID: CM08  
-----

Repl #	SampleConc mg/L	StndConc mg/L	BlnkCorr Signal	Peak Area	Peak Height	Time
1	0.009	0.009	0.001	-0.028	-0.026	11:47:28
2	0.009	0.009	0.001	-0.028	-0.026	11:47:31
3	0.008	0.008	0.001	-0.028	-0.026	11:47:33
Mean:	0.009	0.009	0.001			
SD :	0.001	0.001	0.000			
%RSD:	6.33	6.33	6.33			

## **ANEXO N° 12**

**Certificados de análisis microbiológicos de Bacterias heterótrofas  
Bacterias mesófilas aerobias, coliformes totales, coliformes fecales,  
*Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa***

Inscrito en el Consejo Superior de Salud Pública  
Bajo el Número 522

## INFORME DE ANALISIS

NOMBRE DEL PRODUCTO: AGUA	LOTE No.: TM1
PROCEDENCIA: Br. Silvia Adalina Melara Quintanilla	CONTROL No. 497
DIRECCIÓN: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	PAG: 1 / 1
FECHA DE RECEPCIÓN: 8 DE JULIO 2013	METODO: NSO 13.07.01:03
FECHA DE ANALISIS: 13 DE JULIO 2013	

DESCRIPCION: LIQUIDO TRANSPARENTE, INCOLORO, LIBRE DE PARTICULAS.

DETERMINACIONES	RESULTADO	LIMITES	REFERENCIA
<b>HETEROTROFAS</b>			
<b>AEROBIAS MESOFILAS</b>	NEGATIVO	100 UFC / 100 mL	NSO 13.07.01:03
DETECCION DE <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	NEGATIVO	AUSENTE	NSO 13.07.01:03
DETECCION DE <i>Escherichia coli</i>	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:03
<b>COLIFORMES FECALES</b>	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:03
<b>COLIFORMES TOTALES</b>	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:03

OBSERVACIONES: EL INFORME CORRESPONDE UNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA REMITIDA.

Lic. Mario Enrique González  
DIRECTOR TECNICO

Lic. MARIO ENRIQUE GONZALEZ BARRERA  
QUIMICO FARMACEUTICO  
Insc. J.V.R.Q.F. No. 1372



8a Calle Poniente y 8a Avenida Sur No.7, Santa Tecla, El Salvador, C.A. Tel. (503) 2228-7978, Fax (503) 2229-1567

Figura N° 25. Informe de análisis para muestra TM1 en época seca

Inscrito en el Consejo Superior de Salud Pública  
Bajo el Número 522

## INFORME DE ANALISIS

NOMBRE DEL PRODUCTO: AGUA  
PROCEDENCIA: Br. Silvia Adélica Melara Quintanilla  
DIRECCIÓN: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FECHA DE RECEPCIÓN: 8 DE JULIO 2013  
FECHA DE ANALISIS: 13 DE JULIO 2013

LOTE No.: CM2  
CONTROL No.: 497  
PAG: 1 / 1  
METODO: NSO 13.07.01:03

DESCRIPCION: LIQUIDO TRANSPARENTE, INCOLORO, LIBRE DE PARTICULAS.

DETERMINACIONES	RESULTADO	LIMITES	REFERENCIA
HETEROTROFAS			
AEROBIAS MESOFILAS	NEGATIVO	100 UFC / 100 mL	NSO 13.07.01:03
DETECCION DE <u>Pseudomonas aeruginosa</u>	NEGATIVO	AUSENTE	NSO 13.07.01:03
DETECCION DE <u>Escherichia coli</u>	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:03
COLIFORMES FECALES	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:03
COLIFORMES TOTALES	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:03

OBSERVACIONES: EL INFORME CORRESPONDE UNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA REMITIDA.

  
Lic. Mario Enrique González  
DIRECTOR TECNICO

Lic. MARIO ENRIQUE GONZALEZ EARRERA  
QUIMICO FARMACEUTICO  
Insc. J.V.P.Q.F. No. 1372



Ba Calle Peniente y 8a Avenida Sur No.7, Santa Tecla, El Salvador, C.A. Tel. (503) 2228-7978. Fax (503) 2229-1567

Figura N° 26. Informe de análisis para muestra CM2 en época seca



Inscrito en el Consejo Superior de Salud Pública  
Bajo el Número 522

## INFORME DE ANALISIS

**NOMBRE DEL PRODUCTO:** AGUA  
**PROCEDENCIA:** Br. Silvia Adélica Melara Quintanilla  
**DIRECCIÓN:** UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 8 DE JULIO 2013  
**FECHA DE ANALISIS:** 13 DE JULIO 2013

**LOTE No.:** CM3  
**CONTROL No.:** 497  
**PAG:** 1 / 1  
**METODO:** NSO 13.07.01:08

DESCRIPCION: LIQUIDO TRANSPARENTE, INCOLORO, LIBRE DE PARTICULAS.

DETERMINACIONES	RESULTADO	LIMITES	REFERENCIA
<b>HETEROTROFAS</b>			
<b>AEROBIAS MESOFILAS</b>	NEGATIVO	100 UFC / 100 mL	NSO 13.07.01:08
DETECCION DE <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	NEGATIVO	AUSENTE	NSO 13.07.01:08
DETECCION DE <i>Escherichia coli</i>	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:08
<b>COLIFORMES FECALES</b>	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:08
<b>COLIFORMES TOTALES</b>	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:08

OBSERVACIONES: EL INFORME CORRESPONDE UNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA REMITIDA.

  
Lic. Mario Enrique González  
DIRECTOR TECNICO

Lic. MARIO ENRIQUE GONZALEZ GARRERA  
QUIMICO FARMACEUTICO  
Insc. J.V.P.Q.F. No. 1372

Republica de El Salvador  
C.S.S.P.  
LABORATORIO INDUSTRIAL DE ANALISIS  
Y CONTROL DE CALIDAD  
INSTITUTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO  
QUIMICO BIOTECNOLOGIA S.A. DE C.V. (I.D.I. S.A. DE C.V.)  
No. de Inscripción: 522  
Propiedad: INSTITUTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO  
QUIMICO BIOTECNOLOGIA S.A. DE C.V. (I.D.I. S.A. DE C.V.)  
Calle 7, Nueva San Salvador  
Tercer piso, La Central

8a Calle Poniente y 8a Avenida Sur No.7, Santa Tecla, El Salvador, C.A. Tel. (503) 2228-7978, Fax (503) 2228-1567

Figura N° 27. Informe de análisis para muestra CM3 en época seca

Inscrito en el Consejo Superior de Salud Pública  
Bajo el Número 522

## INFORME DE ANALISIS


**NOMBRE DEL PRODUCTO:** AGUA  
**PROCEDENCIA:** Br. Sirlia Adelina Melara Quintanilla  
**DIRECCIÓN:** UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 3 DE JULIO 2013  
**FECHA DE ANALISIS:** 13 DE JULIO 2013

**LOTE No.:** CM4  
**CONTROL No.:** 497  
**PAG:** 1 / 1  
**METODO:** NSO 13.07.01:08

**DESCRIPCION:** LIQUIDO TRANSPARENTE, INCOLORO, LIBRE DE PARTICULAS.

DETERMINACIONES	RESULTADO	LIMITES	REFERENCIA
<b>HETEROTROFAS</b>			
<b>AEROBIAS MESOFILAS</b>	NEGATIVO	100 UFC / 100 mL	NSO 13.07.01:08
<b>DETECCION DE Pseudomonas aeruginosa</b>	NEGATIVO	AUSENTE	NSO 13.07.01:08
<b>DETECCION DE Escherichia coli</b>	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:08
<b>COLIFORMES FECALES</b>	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:08
<b>COLIFORMES TOTALES</b>	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:08

**OBSERVACIONES:** EL INFORME CORRESPONDE UNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA REMITIDA.

  
Lic. Mario Enrique González  
DIRECTOR TECNICO

LIC. MARIO ENRIQUE GONZALEZ BARRERA  
QUIMICO FARMACEUTICO  
Insc. J.V.R.G.F. No. 1372

República de El Salvador  
C. S. S. P.  
LABORATORIO INDUSTRIAL DE ANALISIS  
Y CONTROL DE CALIDAD  
\* INSTITUTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO  
QUIMICO DOCTORADO S.A. DE C.V. I. I. D. S. A. DE C.V.  
Nº de inscripción: 522  
Propiedad: INSTITUTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO  
QUIMICO DOCTORADO S.A. DE C.V. I. I. D. S. A. DE C.V.  
Calle Nueva San Salvador  
Distrito Centro - La Libertad

8a Calle Poniente y 8a Avenida Sur No.7, Santa Tecla, El Salvador, C.A. Tel. (503) 2228-7978, Fax (503) 2229-1567

Figura N° 28. Informe de análisis para muestra CM4 en época seca



Inscrito en el Consejo Superior de Salud Pública  
Bajo el Número 522


## INFORME DE ANALISIS

NOMBRE DEL PRODUCTO: AGUA	LOTE No.: CM5
PROCEDENCIA: Br. Silvia Adelina Melara Quintanilla	CONTROL No. 497
DIRECCIÓN: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	PAG: 1 / 1
FECHA DE RECEPCIÓN: 8 DE JULIO 2013	METODO: NSO 13.07.01:08
FECHA DE ANALISIS: 13 DE JULIO 2013	

DESCRIPCION: LIQUIDO TRANSPARENTE, INCOLORO, LIBRE DE PARTICULAS.

DETERMINACIONES	RESULTADO	LIMITES	REFERENCIA
<b>HETEROTROFAS</b>			
<b>AEROBIAS MESOFILAS</b>	NEGATIVO	100 UFC / 100 mL	NSO 13.07.01:08
DETECCION DE <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	NEGATIVO	AUSENTE	NSO 13.07.01:08
DETECCION DE <i>Escherichia coli</i>	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:08
<b>COLIFORMES FECALES</b>	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:08
<b>COLIFORMES TOTALES</b>	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:08

OBSERVACIONES: EL INFORME CORRESPONDE UNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA REMITIDA

  
Lic. Mario Enrique González  
DIRECTOR TECNICO

Lic. MARIO ENRIQUE GONZALEZ BARBERA  
QUIMICO FARMACEUTICO  
Insc. J.V.P.Q.F. No. 1372

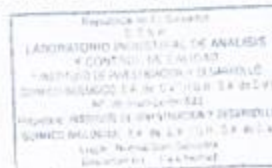


Figura N° 29. Informe de análisis para muestra CM5 en época seca

Inscrito en el Consejo Superior de Salud Pública  
Bajo el Número 522

## INFORME DE ANALISIS

NOMBRE DEL PRODUCTO: AGUA  
PROCEDECENCIA: Br. Silvia Adelina Melara Quintanilla  
DIRECCIÓN: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FECHA DE RECEPCIÓN: 8 DE JULIO 2013  
FECHA DE ANALISIS: 13 DE JULIO 2013

LOTE No.: CM6  
CONTROL No. 497  
PAG: 1 / 1  
METODO: NSO 13.07.01:08

DESCRIPCION: LIQUIDO TRANSPARENTE, INCOLORO, LIBRE DE PARTICULAS.

DETERMINACIONES	RESULTADO	LIMITES	REFERENCIA
<b>HETEROTROFAS</b>			
AEROBIAS MESOFILAS	NEGATIVO	100 UFC / 100 mL	NSO 13.07.01:08
DETECCION DE <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	NEGATIVO	AUSENTE	NSO 13.07.01:08
DETECCION DE <i>Escherichia coli</i>	NEGATIVO	1.1 NPM/100 mL	NSO 13.07.01:08
COLIFORMES FECALES	NEGATIVO	1.1 NPM/100 mL	NSO 13.07.01:08
COLIFORMES TOTALES	NEGATIVO	1.1 NPM/100 mL	NSO 13.07.01:08

OBSERVACIONES: EL INFORME CORRESPONDE UNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA REMITIDA.

  
Lic. Mario Enrique González  
DIRECTOR TECNICO

Lic. MARIO ENRIQUE GONZALEZ BARRERA  
QUIMICO FARMACEUTICO  
Insc. J.V.R.O.F. No. 1372

República de El Salvador  
C.S.S.P.  
LABORATORIO INDUSTRIAL DE ANALISIS  
Y CONTROL DE CALIDAD  
- INSTITUTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO  
QUIMICO FARMACEUTICO S.A. de C.V. (I.D.S.A. de C.V.)  
Nº de inscripción: 522  
Propiedad INSTITUTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO  
QUIMICO FARMACEUTICO S.A. de C.V. (I.D.S.A. de C.V.)  
Calle: Nueva San Salvador  
Teléfono: (503) 2229-1567

8a Calle Poniente y 8a Avenida Sur No. 7, Santa Tecla, El Salvador, C.A. Tel. (503) 2228-7978, Fax (503) 2229-1567

Figura N° 30. Informe de análisis para muestra CM6 en época seca

Inscrito en el Consejo Superior de Salud Pública  
Bajo el Número 522

## INFORME DE ANALISIS

NOMBRE DEL PRODUCTO: AGUA  
PROCEDENCIA: Br. Silvia Adalina Melara Quintanilla  
DIRECCIÓN: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FECHA DE RECEPCIÓN: 8 DE JULIO 2013  
FECHA DE ANALISIS: 13 DE JULIO 2013

LOTE No.: CM7  
CONTROL No.: 497  
PAG: 1 / 1  
METODO: NSO 13.07.01:08

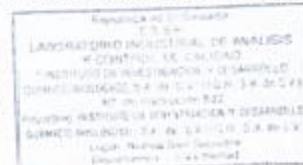
DESCRIPCION: LIQUIDO TRANSPARENTE, INCOLORO, LIBRE DE PARTICULAS.

DETERMINACIONES	RESULTADO	LIMITES	REFERENCIA
<b>HETEROTROFAS</b>			
<b>AEROBIAS MESOFILAS</b>			
	NEGATIVO	100 UFC / 100 mL	NSO 13.07.01:08
DETECCION DE <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	NEGATIVO	AUSENTE	NSO 13.07.01:08
DETECCION DE <i>Escherichia coli</i>	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:08
COLIFORMES FECALES	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:08
COLIFORMES TOTALES	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:08

OBSERVACIONES: EL INFORME CORRESPONDE UNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA REMITIDA.

  
Lic. Mario Enrique González  
DIRECTOR TECNICO

Lic. MARIO ENRIQUE GONZALEZ BARRERA  
QUIMICO FARMACEUTICO  
Insc. J.V.R.Q.F. No. 1372



8a Calle Poniente y 8a Avenida Sur No.7, Santa Tecla, El Salvador, C.A. Tel. (503) 2228-7978, Fax (503) 2229-1567

Figura N° 31. Informe de análisis para muestra CM7 en época seca

Inscrito en el Consejo Superior de Salud Pública  
Bajo el Número 522

## INFORME DE ANALISIS

**NOMBRE DEL PRODUCTO:** AGUA  
**PROCEDENCIA:** Br. Silvia Adelina Melara Quintanilla  
**DIRECCIÓN:** UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 3 DE JULIO 2013  
**FECHA DE ANALISIS:** 13 DE JULIO 2013

**LOTE No.:** CM8  
**CONTROL No.:** 497  
**PAG:** 1 / 1  
**METODO:** NSO 13.07.01:03

**DESCRIPCION:** LIQUIDO TRANSPARENTE, INCOLORO, LIBRE DE PARTICULAS.

DETERMINACIONES	RESULTADO	LIMITES	REFERENCIA
<b>HETEROTROFAS</b>			
<b>AEROBIAS MESOFILAS</b>	NEGATIVO	100 UFC / 100 mL	NSO 13.07.01:03
<b>DETECCION DE Pseudomonas aeruginosa</b>	NEGATIVO	AUSENTE	NSO 13.07.01:03
<b>DETECCION DE Escherichia coli</b>	NEGATIVO	1.1 NPM/100 mL	NSO 13.07.01:03
<b>COLIFORMES FECALES</b>	NEGATIVO	1.1 NPM/100 mL	NSO 13.07.01:03
<b>COLIFORMES TOTALES</b>	NEGATIVO	1.1 NPM/100 mL	NSO 13.07.01:03

OBSERVACIONES: EL INFORME CORRESPONDE UNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA REMITIDA.

  
Lic. Mario Enrique González  
DIRECTOR TECNICO

Lic. MARIO ENRIQUE GONZALEZ BARRERA  
QUIMICO FARMACEUTICO  
Insc. J.V.P.Q.F. No. 1372

República de El Salvador  
C.S.S.P.  
LABORATORIO INDUSTRIAL DE ANALISIS  
Y CONTROL DE CALIDAD  
INSTITUTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO  
QUIMICO BIOLÓGICO S.A. DE C.V. (I.D.S.A. DE C.V.)  
Nº de inscripción: 822  
Procesos: INSTITUTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO  
BARRIO BELLOSUE S.A. DE C.V. (I.D.S.A. DE C.V.)  
Calle: Nueva Guadalupe  
Departamento: La Libertad

Figura N° 32. Informe de análisis para muestra CM8 en época seca





Inscrito en el Consejo Superior de Salud Pública  
Bajo el Número 522

## INFORME DE ANALISIS

NOMBRE DEL PRODUCTO: AGUA	LOTE No.: CM2
PROCEDENCIA: Br. Sibia Adelina Melara Quintanilla	CONTROL No. 497
DIRECCIÓN: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	PAG: 1 / 1
FECHA DE RECEPCIÓN: 5 DE AGOSTO 2013	METODO: NSO 13.07.01:03
FECHA DE ANALISIS: 5 DE AGOSTO 2013	

DESCRIPCION: LIQUIDO TRANSPARENTE, INCOLORO, LIBRE DE PARTICULAS.

DETERMINACIONES	RESULTADO	LIMITES	REFERENCIA
<b>HETEROTROFAS</b>			
<b>AEROBIAS MESOFILAS</b>	NEGATIVO	100 UFC / 100 mL	NSO 13.07.01:03
DETECCION DE <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	NEGATIVO	AUSENTE	NSO 13.07.01:03
DETECCION DE <i>Escherichia coli</i>	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:03
<b>COLIFORMES FECALES</b>	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:03
<b>COLIFORMES TOTALES</b>	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:03

OBSERVACIONES: EL INFORME CORRESPONDE UNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA REMITIDA

  
Lic. Mario Enrique González  
DIRECTOR TECNICO

Lic. MARIO ENRIQUE GONZALEZ BARRERA  
QUIMICO FARMACEUTICO  
Insc. J.V.R.Q.F. No. 1372

República de El Salvador  
C.S.S.P.  
LABORATORIO INDUSTRIAL DE ANALISIS  
Y CONTROL DE CALIDAD  
INSTITUTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO  
QUIMICO BIOLÓGICO, S.A. de C.V. - I.D.S. S.A. de C.V.  
Nº de Inscripción: 522  
Propietario: INSTITUTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO  
QUIMICO BIOLÓGICO, S.A. de C.V. - I.D.S. S.A. de C.V.  
Calle: Nueva San Salvador  
Departamento: La Libertad

8a Calle Poniente y 8a Avenida Sur No.7, Santa Tecla, El Salvador, C.A. Tel. (503) 2228-7978, Fax (503) 2229-1567

Figura N° 34. Informe de análisis para muestra CM2 en época lluviosa

Inscrito en el Consejo Superior de Salud Pública  
Bajo el Número 522

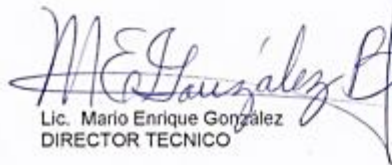
## INFORME DE ANALISIS

NOMBRE DEL PRODUCTO: AGUA	LOTE No.: CM3
PROCEDENCIA: Br. Sibia Adelina Melara Quintanilla	CONTROL No. 497
DIRECCIÓN: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	PAG: 1 / 1
FECHA DE RECEPCIÓN: 5 DE AGOSTO 2013	METODO: NSO 13.07.01:03
FECHA DE ANALISIS: 5 DE AGOSTO 2013	

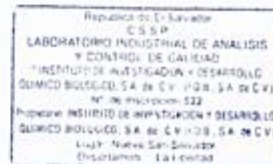
DESCRIPCION: LIQUIDO TRANSPARENTE, INCOLORO, LIBRE DE PARTICULAS.

DETERMINACIONES	RESULTADO	LIMITES	REFERENCIA
<b>HETEROTROFAS</b>			
<b>AEROBIAS MESOFILAS</b>	NEGATIVO	100 UFC / 100 mL	NSO 13.07.01:03
DETECCION DE <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	NEGATIVO	AUSENTE	NSO 13.07.01:03
DETECCION DE <i>Escherichia coli</i>	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:03
<b>COLIFORMES FECALES</b>	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:03
<b>COLIFORMES TOTALES</b>	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:03

OBSERVACIONES: EL INFORME CORRESPONDE UNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA REMITIDA.

  
Lic. Mario Enrique Gonzalez  
DIRECTOR TECNICO

Lic. MARIO ENRIQUE GONZALEZ BARRERA  
QUIMICO FARMACEUTICO  
Insc. J.V.R.O.F. No. 1372



8a Calle Poniente y 8a Avenida Sur No.7, Santa Tecla, El Salvador, C.A. Tel. (503) 2228-7978, Fax (503) 2229-1567

Figura N° 35. Informe de análisis para muestra CM3 en época lluviosa

Inscrito en el Consejo Superior de Salud Pública  
Bajo el Número 522

## INFORME DE ANALISIS

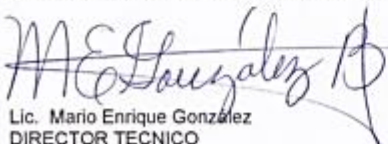
NOMBRE DEL PRODUCTO: AGUA  
PROCEDENCIA: Br. Sibia Adelina Melara Quintanilla  
DIRECCIÓN: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FECHA DE RECEPCIÓN: 5 DE AGOSTO 2013  
FECHA DE ANALISIS: 5 DE AGOSTO 2013

LOTE No.: CM4  
CONTROL No.: 497  
PAG: 1 / 1  
METODO: NSO 13.07.01:03

DESCRIPCION: LIQUIDO TRANSPARENTE, INCOLORO, LIBRE DE PARTICULAS.

DETERMINACIONES	RESULTADO	LIMITES	REFERENCIA
<b>HETEROTROFAS</b>			
AEROBIAS MESOFILAS	NEGATIVO	100 UFC / 100 mL	NSO 13.07.01:03
DETECCION DE <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	NEGATIVO	AUSENTE	NSO 13.07.01:03
DETECCION DE <i>Escherichia coli</i>	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:03
COLIFORMES FECALES	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:03
COLIFORMES TOTALES	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:03

OBSERVACIONES: EL INFORME CORRESPONDE UNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA REMITIDA.

  
Lic. Mario Enrique González  
DIRECTOR TECNICO

LIC. MARIO ENRIQUE GONZALEZ BARRERA  
QUIMICO FARMACEUTICO  
Insc. J.V.R.Q.F. No. 1372

República de El Salvador  
C.S.S.P.  
LABORATORIO INDUSTRIAL DE ANALISIS  
Y CONTROL DE CALIDAD  
\* INSTITUTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO  
QUIMICO BIOTECNOLOGIA S.A. DE C.V. (I.I.D.S.A. DE C.V.)  
Nº de inscripción 522  
Propiedad: INSTITUTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO  
QUIMICO BIOTECNOLOGIA S.A. DE C.V. (I.I.D.S.A. DE C.V.)  
Ejército Nacional de El Salvador  
Calle Poniente - La Unión

Figura N° 36. Informe de análisis para muestra CM4 en época lluviosa



Inscrito en el Consejo Superior de Salud Pública  
Bajo el Número 522

## INFORME DE ANALISIS


NOMBRE DEL PRODUCTO: AGUA  
PROCEDENCIA: Br. Silvia Adelina Melara Quintanilla  
DIRECCIÓN: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FECHA DE RECEPCIÓN: 5 DE AGOSTO 2013  
FECHA DE ANALISIS: 5 DE AGOSTO 2013

LOTE No.: CM5  
CONTROL No. 497  
PAG: 1 / 1  
METODO: NSO 13.07.01:03

DESCRIPCION: LIQUIDO TRANSPARENTE, INCOLORO, LIBRE DE PARTICULAS.

DETERMINACIONES	RESULTADO	LIMITES	REFERENCIA
<b>HETEROTROFAS</b>			
AEROBIAS MESOFILAS	NEGATIVO	100 UFC / 100 mL	NSO 13.07.01:03
DETECCION DE <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	NEGATIVO	AUSENTE	NSO 13.07.01:03
DETECCION DE <i>Escherichia coli</i>	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:03
COLIFORMES FECALES	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:03
COLIFORMES TOTALES	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:03

OBSERVACIONES: EL INFORME CORRESPONDE UNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA REMITIDA.

  
Lic. Mario Enrique González  
DIRECTOR TECNICO

Lic. MARIO ENRIQUE GONZALEZ BARBERA  
QUIMICO FARMACEUTICO  
Insc. J.V.R.Q.F. No. 1372

Republica de El Salvador  
C.S.S.P.  
LABORATORIO INDUSTRIAL DE ANALISIS  
Y CONTROL DE CALIDAD  
\* INSTITUTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO  
QUIMICO BIOTECNOLOGIA S.A. DE C.V. (I.D.Q.B. S.A. DE C.V.)  
No. de Inscripción 522  
Instituto de Investigación y Desarrollo  
BIOMICS BIOTECNOLOGIA S.A. DE C.V. (I.D.Q.B. S.A. DE C.V.)  
Eje 9 Norte Sur Sur-100  
Cajoncheta - La Ceiba

8a Calle Poniente y 8a Avenida Sur No.7, Santa Tecla, El Salvador, C.A. Tel. (503) 2228-7978, Fax (503) 2229-1567

Figura N° 37. Informe de análisis para muestra CM5 en época lluviosa

Inscrito en el Consejo Superior de Salud Pública  
Bajo el Número 522

## INFORME DE ANALISIS

NOMBRE DEL PRODUCTO: AGUA	LOTE No.: CM6
PROCEDENCIA: Br. Sirlia Adelina Melara Quintanilla	CONTROL No. 497
DIRECCIÓN: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	PAG: 1 / 1
FECHA DE RECEPCIÓN: 5 DE AGOSTO 2013	METODO: NSO 13.07.01:08
FECHA DE ANALISIS: 5 DE AGOSTO 2013	

DESCRIPCION: LIQUIDO TRANSPARENTE, INCOLORO, LIBRE DE PARTICULAS.

DETERMINACIONES	RESULTADO	LIMITES	REFERENCIA
<b>HETEROTROFAS</b>			
AEROBIAS MESOFILAS	NEGATIVO	100 UFC / 100 mL	NSO 13.07.01:08
DETECCION DE <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	NEGATIVO	AUSENTE	NSO 13.07.01:08
DETECCION DE <i>Escherichia coli</i>	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:08
COLIFORMES FECALES	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:08
COLIFORMES TOTALES	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:08

OBSERVACIONES: EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA REMITIDA.

  
Lic. Mario Enrique González Barquera  
DIRECTOR TÉCNICO

LIC. MARIO ENRIQUE GONZALEZ BARQUERA  
QUIMICO FARMACEUTICO  
Insc. J.V.R.Q.F. No. 1372

República de El Salvador  
C.S.S.P.  
LABORATORIO INDUSTRIAL DE ANALISIS  
Y CONTROL DE CALIDAD  
\* INSTITUTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO  
QUIMICO BIOLÓGICO S.A. DE C.V. (I.D.B. S.A. DE C.V.)  
Nº de inscripción 822  
Propietario: INSTITUTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO  
QUIMICO BIOLÓGICO S.A. DE C.V. (I.D.B. S.A. DE C.V.)  
Lugar: Nueva San Salvador  
Ejecutivo: Lic. Enrique

Figura N° 38. Informe de análisis para muestra CM6 en época lluviosa

Inscrito en el Consejo Superior de Salud Pública  
Bajo el Número 522

## INFORME DE ANALISIS


NOMBRE DEL PRODUCTO: AGUA  
PROCEDENCIA: Br. Silvia Adélna Melara Quintanilla  
DIRECCIÓN: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FECHA DE RECEPCIÓN: 5 DE AGOSTO 2013  
FECHA DE ANALISIS: 5 DE AGOSTO 2013

LOTE No.: CM7  
CONTROL No.: 497  
PAG: 1 / 1  
METODO: NSO 13.07.01:08

DESCRIPCION: LIQUIDO TRANSPARENTE, INCOLORO, LIBRE DE PARTICULAS.

DETERMINACIONES	RESULTADO	LIMITES	REFERENCIA
<b>HETEROTROFAS</b>			
<b>AEROBIAS MESOFILAS</b>	NEGATIVO	100 UFC / 100 mL	NSO 13.07.01:08
DETECCION DE <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	NEGATIVO	AUSENTE	NSO 13.07.01:08
DETECCION DE <i>Escherichia coli</i>	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:08
<b>COLIFORMES FECALES</b>	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:08
<b>COLIFORMES TOTALES</b>	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:08

OBSERVACIONES: EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA REMITIDA.

  
Lic. Mario Enrique González  
DIRECTOR TECNICO

Lic. MARIO ENRIQUE GONZALEZ BARRENA  
QUIMICO FARMACEUTICO  
Insc. J.V.P.Q.F. No. 1372



8a Calle Poniente y 8a Avenida Sur No.7, Santa Tecla, El Salvador, C.A. Tel. (503) 2228-7978, Fax (503) 2229-1567

Figura N° 39. Informe de análisis para muestra CM7 en época lluviosa

Inscrito en el Consejo Superior de Salud Pública  
Bajo el Número 522

## INFORME DE ANALISIS

NOMBRE DEL PRODUCTO: AGUA  
PROCEDENCIA: Br. Sibia Adelina Melara Quintanilla  
DIRECCIÓN: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FECHA DE RECEPCIÓN: 5 DE AGOSTO 2013  
FECHA DE ANALISIS: 5 DE AGOSTO 2013

LOTE No.: CM8  
CONTROL No.: 497  
PAG: 1 / 1  
METODO: NSO 13.07.01:08

DESCRIPCION: LIQUIDO TRANSPARENTE, INCOLORO, LIBRE DE PARTICULAS.

DETERMINACIONES	RESULTADO	LIMITES	REFERENCIA
<b>HETEROTROFAS</b>			
AEROBIAS MESOFILAS	NEGATIVO	100 UFC / 100 mL	NSO 13.07.01:08
DETECCION DE <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	NEGATIVO	AUSENTE	NSO 13.07.01:08
DETECCION DE <i>Escherichia coli</i>	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:08
COLIFORMES FECALES	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:08
COLIFORMES TOTALES	NEGATIVO	1.1NPM/100 mL	NSO 13.07.01:08

OBSERVACIONES: EL INFORME CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA REMITIDA.

  
Lic. Mario Enrique González  
DIRECTOR TECNICO

Lic. MARIO ENRIQUE GONZALEZ BARRERA  
QUIMICO FARMACEUTICO  
Insc. J.V.R.Q.F. No. 1372

República de El Salvador  
C. S. S. P.  
LABORATORIO INDUSTRIAL DE ANALISIS  
Y CONTROL DE CALIDAD  
INSTITUTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO  
QUIMICO DELUCCO S.A. DE C.V. (I. D. S. A. DE C.V.)  
N.º de inscripción 822  
Propiedad INSTITUTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO  
QUIMICO DELUCCO S.A. DE C.V. (I. D. S. A. DE C.V.)  
Edificio: Nueva Sur, Salvador  
Departamento: La Unión

8a Calle Poniente y 8a Avenida Sur No.7, Santa Tecla, El Salvador, C.A. Tel. (503) 2228-7978, Fax (503) 2229-1567

Figura N° 40. Informe de análisis para muestra CM8 en época lluviosa

### ANEXO N° 13

Tabla N° 11. Número Más Probable (NMP) para diversas combinaciones de resultados positivos y negativos cuando se utilizan cinco porciones de 10 mL, cinco porciones de 1 mL y cinco porciones de 0.1 mL. (2)

No. de tubos con reacciones positivas			Indice del NMP por 100 ml	Limite confiable de 95%		No. De tubos con reacciones positivas			Indice del NMP por 100 ml	Limite confiable de 95%	
5 tubos con 10 ml	5 tubos con 1ml	5 tubos con 0.1 ml		Inferior	Superior	5 tubos con 10ml	5 tubos con 1ml	5 tubos con 0.1ml		Inferior	Superior
0	0	0	<2	-	-	4	2	1	26	12	65
0	0	1	2	1.0	10	4	3	0	27	12	67
0	1	0	2	1.0	10	4	3	1	33	15	77
0	2	0	4	1.0	13	4	4	0	34	16	80
1	0	0	2	1.0	11	5	0	0	23	9.0	86
1	0	1	4	1.0	15	5	0	1	30	10	110
1	1	0	4	1.0	15	5	0	2	40	20	140
1	1	1	6	2.0	18	5	1	0	30	10	120
1	2	0	6	2.0	18	5	1	1	50	20	150
						5	1	2	60	30	180
2	0	0	4	1.0	17						
2	0	1	7	2.0	20	5	2	0	50	20	170
2	1	0	7	2.0	21	5	2	1	70	30	210
2	1	1	9	3.0	24	5	2	2	90	40	250
2	2	0	9	3.0	25	5	3	0	80	30	250
2	3	0	12	5.0	29	5	3	1	110	40	300
				1		5	3	2	140	60	360
3	0	0	8	3.0	24						
3	0	1	11	4.0	29	5	3	3	170	80	410
3	1	0	11	4.0	29	5	4	0	130	50	390
3	1	1	14	6.0	35	5	4	1	170	70	480
3	2	0	14	6.0	35	5	4	2	220	100	580
3	2	1	17	7.0	40	5	4	3	280	120	690
						5	4	4	350	160	820
4	0	0	13	5.0	38	5	5	0	240	100	940
4	0	1	17	7.0	45	5	5	1	300	100	1300
4	1	0	17	7.0	46	5	5	2	500	200	2000
4	1	1	21	9.0	55	5	5	3	900	300	2900
4	1	2	26	12	63	5	5	4	1600	600	5300
4	2	0	22	9.0	56	5	5	5	>=1600		



**ANEXO N° 14**

**Informe de resultados para Alcaldía de Apopa.**

San Salvador, abril 2016

**SEÑORES**

**UNIDAD MEDIO AMBIENTAL DE LA ALCALDÍA DE APOPA**

Presente.

Reciban un cordial saludo deseando éxitos en sus honorables labores.

El motivo de la presente es para dar a conocer los resultados de la investigación realizada en la colonia Los Naranjos, que pertenece a su municipio, con el fin de elaborar el trabajo de graduación titulado: **"DETERMINACION DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN AGUA DE CONSUMO HUMANO EN LA COLONIA LOS NARANJOS, APOPA, SAN SALVADOR"**. Los parámetros seleccionados para el análisis fueron los siguientes: color, olor, sabor, pH, temperatura, sólidos totales disueltos, dureza total, hierro, manganeso arsénico y plomo, Bacterias coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli*, recuento total de bacterias heterótrofas, aerobias mesófilas y organismo patógeno *Pseudomonas aeruginosa*, tomando como referencia lo establecido en la American Public Health Association (APHA), luego se compararon los resultados con los límites permitidos por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable. Se visitó la colonia Los Naranjos de Apopa y se entrevistó a miembros de la junta directiva, quienes brindaron información sobre el número de pasajes y tamaño de población del lugar, con esta información y tomando como referencia la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable La cual menciona que por cada 5,000 habitantes se debe tomar 1 muestra mensual, se determinó trabajar ocho muestras con el fin de obtener resultados representativos.

Atentamente

**SILVIA ADELINA MELARA QUINTANILLA**  
**INVESTIGADORA**

ALCALDIA MUNICIPAL DE APOPA	
RECIBIDO	
FECHA	23/Abril/2016
HORA	3:40 pm
NOMBRE	Mabel Ruiz
FIRMA	

INFORME DE RESULTADOS DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO:  
“DETERMINACION DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS  
EN AGUA DE CONSUMO HUMANO EN LA COLONIA LOS NARANJOS, APOPA,  
SAN SALVADOR”

El agua es un líquido esencial para todas las formas de vida conocida por el hombre, incluida la humana, siendo por ello de suma importancia garantizar que cumpla con parámetros de calidad que respalden su seguro consumo.

En la colonia Los Naranjos del municipio de Apopa ubicado en el Departamento de San Salvador, se suministra el vital líquido a 16 pasajes que albergan 28 viviendas cada uno, haciendo un total de 448 hogares (2,240 habitantes), el agua proviene de un pozo ubicado dentro de la colonia y se encuentra a 200 metros del río Acelhuate, como resultado el 99% de los parámetros seleccionados cumple con los límites máximos permisibles establecidos en la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08. Agua. Agua potable, siendo el arsénico el único el 1% restante que sobrepasa lo señalado por la Norma.

Tabla N° 12. Codificación para sitios de muestreo

Código	Dirección
TM01	Muestra tanque 01, casa #1 pasaje A oriente
CM02	Casa muestra 02 casa #2 pasaje B poniente.
CM03	Casa muestra 03 casa#1 pasaje C poniente
CM04	Casa muestra 04 Casa #3 pasaje D oriente
CM05	Casa muestra 05 Pasaje G oriente.
CM06	Casa muestra 06 casa #2 pasaje F poniente
CM07	Casa muestra 07 casa #1 pasaje I oriente.
CM08	Casa muestra 08 casa #11 pasaje L oriente.

En los cuadros N°20, N°21 y N°22, se presentan los resultados obtenidos en el análisis experimental de los parámetros seleccionados de la colonia Los Naranjos de Apopa



Cuadro N° 20. Valores experimentales de parámetros organolépticos y físicos de agua de grifo de la colonia Los Naranjos.

Muestras parámetro	TM01		CM02		CM03		CM04		CM05		CM06		CM07		CM08		Límite permisible por NSO 13.07.01:08	Máximo
	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2		
Color verdadero Pt-Co	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	15	
Olor	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	No rechazable	
Sabor	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	No rechazable	
pH	7.3	7.3	7.3	7.2	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.2	7.3	7.3	7.3	6-8.5	
Temperatura (°C)	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	No rechazable	
Sólidos Disueltos totales (mg/L)	192	192	192	182.4	192	185.6	192	192	192	192	192	192	185.6	192	182.4	192	1000 <sup>2)</sup>	

2) Por las condiciones propias del país.

Nr= No rechazable.

M1= muestras tomadas, julio 2013.

M2= muestras tomadas, agosto 2013.

Cuadro N° 21. Valores experimentales promedio de parámetros químicos de agua de grifo de la colonia Los Naranjos.

Muestras parámetro	TM01		CM02		CM03		CM04		CM05		CM06		CM07		CM08		Límite Máximo permisible por NSO 13.07.01:08
	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2	
Hierro mg/L	0.022	0.038	0.027	0.037	0.037	0.041	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.3
Manganeso mg/L	0.006	0.011	0.007	0.015	0.011	0.02	0.01	0.015	0.009	0.012	0.011	0.015	0.015	0.013	0.011	0.012	0.3
Arsénico mg/L	13.46	8.936	9.91	9.8	6.846	16.3	8.318	23.16	ND	16.34	ND	13.71	ND	19.49	ND	10.34	0.01
Plomo mg/L	0.007	0.007	ND	0.01	0.001	0.015	ND	ND	ND	0.009	ND	0.01	ND	0.007	ND	0.009	0.01
Dureza* total mg/L	40.63	36.97	44.33	48.02	44.33	48.02	44.33	48.02	40.63	48.02	40.63	48.02	44.33	48.02	40.63	44.33	500

ND= no detectable.

Cuadro N° 22. Valores experimentales promedio de parámetros microbiológicos de agua de grifo de la colonia Los Naranjos.

Parámetro	TM01	CM02	CM03	CM04	CM05	CM06	CM07	CM08	Límite Máximo permisible por NSO 13.07.01:08
	M1 y M2	M1 y M2	M1 y M2	M1 y M2	M1 y M2	M1 y M2	M1 y M2	M1 y M2	
coliformes totales	<1.1 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL	1.1 NMP/100mL
coliformes fecales	<1.1 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL	1.1 NMP/100mL
<i>Escherichia coli</i>	<1.1 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL	<1.1 NMP/100mL	1.1 NMP/100mL
bacterias heterótrofas	<100 UFC/100mL	<100 UFC/100mL	<100 UFC/100mL	<100 UFC/100mL	<100 UFC/100mL	<100 UFC/100mL	<100 UFC/100mL	<100 UFC/100mL	100 UFC/100mL
aerobias mesófilas	<100 UFC/100mL	<100 UFC/100mL	<100 UFC/100mL	<100 UFC/100mL	<100 UFC/100mL	<100 UFC/100mL	<100 UFC/100mL	<100 UFC/100mL	100 UFC/100mL
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Ausencia= no se encuentra dicho microorganismo en la muestra