

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



**DETERMINACION DE LA CALIDAD FISICOQUIMICA DEL AGUA POTABLE  
QUE SE DISTRIBUYE EN LAS FACULTADES DE LA UNIVERSIDAD DE EL  
SALVADOR SEDE CENTRAL**

**TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR**

**MIRNA GUADALUPE REYES GARCIA  
BLANCA EDITH RIVAS CUBIAS**

**PARA OPTAR AL GRADO DE  
LICENCIADA EN QUIMICA Y FARMACIA**

**MARZO 2019**

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

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR**

MAESTRO ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

**SECRETARIO GENERAL**

MAESTRO CRISTOBAL HERNAN RIOS BENITEZ

**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**

**DECANO**

LIC. SALVADOR CASTILLO AREVALO

**SECRETARIO**

MAE. ROBERTO EDUARDO GARCIA ERAZO

**DIRECCION DE PROCESOS DE GRADUACION**

**DIRECTORA GENERAL**

MSc. Cecilia Haydeé Gallardo de Velásquez

**TRIBUNAL CALIFICADOR**

**ASESORA DE AREA EN: CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTOS  
FARMACEUTICOS Y COSMETICOS**

MSc. Rocio Ruano de Sandoval

**ASESOR DE AREA EN: CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTOS  
FARMACEUTICOS Y COSMETICOS**

MSc. Eliseo Ernesto Ayala Mejía

**DOCENTE ASESOR**

Licda. Rosa Mirian Rivas de Lara

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos de todo corazón a nuestro padre celestial por habernos dado la vida y guiar nuestros pasos en la tarea de dar por finalizado este trabajo a pesar de todas las dificultades que surgieron.

También agradecemos a nuestras familias quienes en todo momento nos apoyaron así como a los amigos que de una u otra manera ayudaron a la realización del presente trabajo.

Al personal docente y administrativo del Laboratorio Físicoquímico de Agua de la Facultad de Química y Farmacia, gracias por el apoyo incondicional brindado durante la realización de nuestro trabajo.

Agradecemos a nuestra docente asesor Licda. Rosa Mirian Rivas de Lara por orientarnos y brindarnos su apoyo en todo momento por su dedicación para que nuestro trabajo llegara a feliz término.

Al comité de trabajo de graduación: Directora General Licda. Cecilia Haydee Gallardo de Velásquez, Asesores de área: MSc. Rocio Ruano de Sandoval y MSc. Eliseo Ernesto Ayala Mejía por orientarnos a través de sus evaluaciones para un mejor desarrollo de nuestro trabajo de graduación.

**Mirna Reyes y Blanca Cubias.**

## DEDICATORIA

A Dios todopoderoso por darme sabiduría para poder cumplir esta meta, por brindarme su ayuda para superar todos los obstáculos que surgieron durante la carrera, gracias por colocar ángeles a lo largo de todos estos años que llegaron en el momento oportuno para darme palabras de aliento y fortaleza para no desmayar; gracias por darme fuerza para continuar en este proceso y obtener uno de los anhelos más deseados.

A mi querida madrecita Miriam García por brindarme su apoyo incondicional, su amor y gracias por todos los sacrificios que hizo siempre para que no me faltara nada.

A mi abuelo Lorenzo García que ha sido mi padre y forma parte importante en mi vida con sus consejos y apoyo que nunca ha dudado en brindarme; a mi abuela Paula de García por su apoyo incondicional y por nunca dejarme en sus oraciones.

A mi novio Roberto Herrera por estar conmigo en todo momento apoyándome y motivándome a cumplir mis metas.

A toda mi familia, Tío Julio, Tía Nora, Rafael, Jenny, Tía Marina y Abuela María gracias por su cariño y porque siempre han estado para brindarme sus consejos, gracias doy a Dios por la familia que me ha dado por que gracias a todos ellos he podido culminar con éxito mi carrera profesional.

A todos mis amigos y amigas (especialmente a Eduardo Sanabria por ser mi amigo durante toda la carrera y compañero de Horas Sociales; Michelle Calderón por ser mi amiga), docentes de la Facultad en especial a las docentes de Farmacia Industrial IV, y a todos aquellos que me apoyaron en todo momento de la carrera.

**Mirna Reyes.**

## **DEDICATORIA**

A Dios

Todo poderoso por permitirme el logro de este éxito académico, porque él siempre ha estado a mi lado y me ha guiado por el camino correcto dándome el don de la perseverancia.

A mi madre

Sonia Margarita Cubias, por su apoyo incondicional durante mi proceso de formación académica.

A mi familia y amigos

Que siempre han estado conmigo, por su motivación y ánimo hacia mi persona; ayudándome a superar los obstáculos que se me han presentado durante toda la carrera.

**Blanca Cubias**

## INDICE GENERAL

	Pág. N°
Resumen	
<b>Capítulo I</b>	
1.0 Introducción	xxiii
<b>Capítulo II</b>	
2.0 Objetivos	26
2.1 Objetivo General	26
2.2 Objetivos específicos	26
<b>Capítulo III</b>	
3.0 Marco Teórico	28
3.1 Generalidades	28
3.1.1 Datos históricos de la universidad de el salvador	28
3.1.2 Ubicación geográfica	29
3.2 Facultades de la Universidad de El Salvador	29
3.2.1 Facultad de Ciencias Economicas	29
3.2.2 Facultad de Ciencias y Humanidades	30
3.2.3 Facultad de Ciencias Agronómicas	31
3.2.4 Facultad de Medicina	32
3.2.5 Facultad de Quimica y Farmacia	33
3.2.6 Facultad de Odontologia	34
3.2.7 Facultad de Ciencias Naturales y Matematicas	34
3.2.8 Facultad de Ingenieria y Arquitectura	35
3.2.9 Facultad de Jurisprudencia y Ciencias sociales	36
3.3 Definicion de agua	37

3.4	Generalidades del agua	37
3.5	Definiciones técnicas para agua potable	38
3.6	Tipos de agua	38
3.7	Enfermedades ocasionadas por la contaminación del agua	39
3.7.1	Hierro	39
3.7.2	Plomo	39
3.7.3	Nitratos	40
3.7.4	Dureza	41
3.7.5	Manganeso	41
3.7.6	Sulfatos	41
3.7.7	Arsenico	41
3.8	Análisis organolépticos del agua potable	42
3.8.1	Color	42
3.8.2	Olor	43
3.8.3	Sabor	43
3.9	Análisis físicos del agua potable	43
3.9.1	Conductividad	43
3.9.2	Determinación de pH	44
3.9.3	Turbidez	45
3.9.4	Temperatura	45
3.10	Análisis Químicos del agua potable	46
3.10.1	Dureza Total	46
3.10.2	Hierro Total	47
3.10.3	Nitratos	47
3.10.4	Alcalinidad Total	48

3.10.5 Cloro Residual Libre	48
3.10.6 Cloruros	49
3.10.7 Manganeso	49
3.10.8 Plomo	50
3.10.9 Arsénico	51
3.11 Espectroscopia	51
3.11.1 Espectrofotométrica de absorción atómica	51
3.11.2 Espectroscopia de absorción UV-visible	52
3.12 Metodos Fotometricos	52
3.12.1 Kits de prueba fotometriccas	52
3.12.2 Colorimetro	53
3.12.3 Nefelometro	53
Equipos de laboratorio utilizados para el analisis fisicoquimico	
3.13 del agua potable	53
3.13.1 Lamotte TC-3000	53
3.13.2 Spectroquant Nova 60 de Merck	54
3.13.3 Orion Versa Star Pro	54
<b>Capítulo IV</b>	
4.0 Diseño Metodologico	57
4.1 Tipo de Estudio	57
4.1.1 Experimental	57
4.1.2 Prospectivo	57
4.1.3 Longitudinal	57
4.2 Investigación Bibliográfica	57
4.3 Investigación de Campo	58
4.3.1 Universo	58

4.3.2 Muestra	58
4.3.3 Tipo de muestreo	59
4.4 Parte Experimental	59
4.4.1 Recolección de las muestras	59
4.4.2 Procedimiento utilizado para el muestreo de agua potable para los analisis	60
4.4.4 Determinación de parámetros organolépticos.	60
4.4.5 Determinación de parámetros físicos	62
4.4.6 Determinación de parámetros químicos	64
4.4.7 Informes de resultados	73
<b>Capítulo V</b>	
5.0 Resultados y Discusion de Resultados	171
<b>Capítulo VI</b>	
6.0 Conclusiones	199
<b>Capítulo VII</b>	
7.0 Recomendaciones	202
Bibliografia	
Anexos	

## INDICE DE FIGURAS

Figura N°		Pág. N°
1	Ubicación geográfica de la Universidad de El Salvador	209
2	Ubicación de cada uno de los puntos de muestreo en las 9 Facultades de la Universidad de El Salvador, sede central.	211
3	Funciones principales del equipo Lamotte TC-3000.	222
4	Partes del equipo Fotómetro Nova 60 de Merck.	224
5	Partes del equipo Orion Versa Star Pro.	226
6	Gráfico de resultados de color verdadero comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable.	173
7	Gráfico de resultados de temperatura comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable.	176
8	Gráfico de resultados de conductividad comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:99, Agua. Agua potable.	178
9	Gráfico de resultados de turbidez comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable.	179
10	Gráfico de resultados de pH comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable.	180

<b>Figura N°</b>		<b>Pág. N°</b>
11	Gráfico de resultados de alcalinidad total comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable	182
12	Gráfico de resultados de Arsénico comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable	183
13	Gráfico de resultados de Cloruros, comparado con la Guía para la Calidad del Agua Potable (OMS)	185
14	Gráfico de resultados de Cloro Residual Libre, comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable	186
15	Gráfico de resultados de Dureza Total, comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable.	187
16	Gráfico de resultados de Manganeso, comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable	189
17	Gráfico de resultados de Nitratos, comparado con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable.	190
18	Gráfico de resultados de Plomo, comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable	192

<b>Figura N°</b>		<b>Pág. N°</b>
19	Gráfico de resultados de Sulfatos comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable.	193
20	Toma de muestras de agua potable.	218
21	Equipos utilizados en el Laboratorio.	232
22	Determinación de Alcalinidad total, Cloruros y Dureza total por el método volumétrico.	242

## INDICE DE CUADROS

Cuadro N°		Pág. N°
1	Codificación de la recolección de muestras y ubicación.	171

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla N°</b>		<b>Pág. N°</b>
1	Población estudiantil por Facultad de la Universidad de El Salvador y número de muestras por cada 5,000 personas de acuerdo a la Norma Salvadoreña obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua, Agua Potable.	214
2	Número de muestras y frecuencia de muestreo para análisis Físico - químico según NSO 13.07.01:08.	216
3	Cantidad de grifos que abastecen de agua potable y se encuentran accesibles a la población estudiantil en cada Facultad de la Universidad de El Salvador.	58
4	Resultados de primera y segunda toma de muestras de las 9 Facultades. Parámetro: Color.	173
5	Resultados de primera y segunda toma de muestras de las 9 Facultades. Parámetro: Sabor.	174
6	Resultados de primera y segunda toma de muestras de las 9 Facultades. Parámetro: Olor.	175
7	Resultados de primera y segunda toma de muestras de las 9 Facultades. Parámetro: Temperatura.	176
8	Resultados de primera y segunda toma de muestras de las 9 Facultades. Parámetro: Conductividad.	177
9	Resultados de primera y segunda toma de muestras de las 9 Facultades. Parámetro: Turbidez.	178
10	Resultados de primera y segunda toma de muestras de las 9 Facultades. Parámetro: pH.	180
11	Resultados de primera y segunda toma de muestras de las 9 Facultades. Parámetro: Alcalinidad Total.	181

<b>Tabla N°</b>		<b>Pág. N°</b>
12	Resultados de primera y segunda toma de muestras de las 9 Facultades. Parámetro: Arsénico.	182
13	Resultados de primera y segunda toma de muestras de las 9 Facultades. Parámetro: Cloruros.	184
14	Resultados de primera y segunda toma de muestras de las 9 Facultades. Parámetro: Cloro Residual Libre.	185
15	Resultados de primera y segunda toma de muestras de las 9 Facultades. Parámetro: Dureza Total.	187
16	Resultados de primera y segunda toma de muestras de las 9 Facultades. Parámetro: Manganeso.	188
17	Resultados de primera y segunda toma de muestras de las 9 Facultades. Parámetro: Nitratos.	189
18	Resultados de primera y segunda toma de muestras de las 9 Facultades. Parámetro: Plomo.	191
19	Resultados de primera y segunda toma de muestras de las 9 Facultades. Parámetro: Sulfatos.	192
20	Resultados obtenidos en las dos recolecciones de muestras para determinación de los parámetros fisicoquímicos en el agua potable de las 9 Facultades de la Universidad de El Salvador.	194

## INDICE DE ANEXOS

### Anexo N°

- 1 Ubicación geográfica de la Universidad de El Salvador
- 2 Facultades de la Universidad de El Salvador y ubicación de puntos de muestreo.
- 3 Número de estudiantes por Facultad de La Universidad de El Salvador.
- 4 Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, Tabla para determinar número de muestras y frecuencia de muestreo
- 5 Toma de muestras de agua potable en La Universidad de El Salvador, Sede Central.
- 6 Formato de Etiqueta para la identificación de muestras
- 7 Funciones principales del Equipos LaMotte TC-3000.
- 8 Partes del equipo Fotómetro Nova 60 de Merck.
- 9 Partes del equipo Orion Versa Star Pro
- 10 Preparación de reactivos para análisis volumétricos
- 11 Equipos utilizados en el Laboratorio.
- 12 Equipo Auxiliar, Cristalería y Reactivos utilizados en el Laboratorio.
- 13 Fotografías de la parte experimental
- 14 Cálculos para los parámetros químicos (Dureza, Alcalinidad Total y Cloruros; realizadas por método Volumétrico).

## **Anexo N°**

- 15 Apartado de límites máximos permisibles según la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, NSO 13:07.01:99 para Conductividad.
- 16 Apartado del Límite establecido para el parámetro de cloruro, según la guía para la calidad del agua potable de la Organización Mundial de la Salud
- 17 Apartado de la Norma Técnica Salvadoreña NTS/ISO IEC 17025:2017 requisitos generales para la competencia de los ensayos y calibración. Requisitos comunes para los informes de ensayo.
- 18 Informe de resultados emitidos por el Laboratorio de la Facultad de Ciencias Agronómicas para los parámetros de Plomo y Arsénico.

## **ABREVIATURAS**

<b>OMS:</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>CONACYT:</b>	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
<b>NSO:</b>	Norma Salvadoreña Obligatoria.
<b>UES:</b>	Universidad de El Salvador
<b>COV's:</b>	Sustancias volátiles
<b>μS:</b>	Microsiemens
<b>ANDA:</b>	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados
<b>μg</b>	Microgramos
<b>mg/l</b>	Miligramos por litro

## RESUMEN

El agua es un líquido indispensable para el desarrollo de todo ser vivo y necesario para mantener la vida humana, animal y vegetal; siendo uno de los elementos más abundantes del planeta.

El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de determinar la calidad fisicoquímica del agua potable que se distribuye en las Facultades de la Universidad de El Salvador, Sede central; mediante la evaluación de parámetros organolépticos, físicos y químicos, según establecido en American Public Health Association (APHA) y comprobar si es apta para su consumo.

Se tomaron 28 muestras de agua potable y sus duplicado mediante dos muestreos realizados cada veintidós días; el número de muestras se determinado en base a la población estudiantil por Facultad, según lo establecido en la Normal Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Agua, Agua potable; Mediante un recorrido se identificaron todos los grifos por facultad y se seleccionaron los puntos de toma de muestras de acuerdo al fácil acceso de los mismos y grifos con filtro; verificando así su funcionamiento.

Se compararon los resultados con los límites máximos permitidos por la Normal Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 y NSO 13.07.01.99 Agua, Agua potable y la Guía para la calidad del agua potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS); concluyendo que el agua potable de las Facultades de Ciencias Naturales y Matemáticas, Jurisprudencia y Ciencias Sociales de la Universidad de El Salvador, cumple con las determinaciones físicas, organolépticas y químicas; caso contrario en las demás facultades donde los valores de Manganeseo, Cloro Residual Libre y Arsénico sobrepasan los límites máximos permisibles.

El plomo y Arsénico son metales altamente perjudiciales para la salud por tanto se recomienda monitorear continuamente el agua potable suministrada en el

campus universitario dando seguimiento a las causas de contaminación para implementar acciones correctivas requeridas, por lo que los resultados de esta investigación se dieron a conocer a las autoridades de cada facultad mediante la emisión y presentación de un informe.

**CAPITULO I**  
**INTRODUCCION**

## 1.0 INTRODUCCION

El agua potable es indispensable para todo ser humano, de su consumo depende el adecuado funcionamiento del cuerpo, por lo que es necesario la verificación de sus componentes, de forma que esta no ocasione ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume durante un tiempo prolongado, teniendo en cuenta las diferentes vulnerabilidades que pueden presentar las personas en las diferentes etapas de la vida, por lo que se debe realizar el máximo esfuerzo para lograr que la cantidad de contaminantes químicos presentes en el agua de consumo sea menor a los límites establecidos con el propósito de evitar enfermedades.

Para mantener el control del agua potable que se suministra en la Universidad de El Salvador, Sede central, se deben realizar controles físicos y químico y de esta forma prevenir la posible contaminación del agua de consumo; los parámetros evaluados en esta investigación se encuentran en normativas nacionales como la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.08 Agua, Agua potable y normativas internacionales como la Guía para la calidad del agua potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS) las cuales proporcionan los límites establecidos para que el agua sea sanitariamente segura para su consumo, además el APHA (Asociación Americana de Salud Pública) establece los métodos para la evaluación de cada uno de los parámetros fisicoquímicos de manera que se garantiza el análisis adecuado de las muestras y el registro de resultados confiables.

Con esta investigación se evaluaron parámetros físicos y químicos del agua que se distribuye en la Universidad de El Salvador, Sede Central; ya que abastece a un promedio de 40,325 estudiantes; que posiblemente muchos de ellos por su condición económica no se les permita realizar gastos diarios para el consumo de agua embotellada, por lo que un control periódico de parámetros físicos y químicos del agua potable genera resultados que ayudan a instaurar medidas

preventivas o correctivas para evitar la contaminación del agua potable con el propósito de proteger la salud de la población estudiantil que se abastece del vital líquido diariamente y de esta forma evitar el desarrollo de efectos adversos a la salud por el consumo de contaminantes provenientes del agua potable o costos en atención médica; al mismo tiempo de promover el mantenimiento adecuado de los lugares de abastecimiento.

Los análisis se realizaron a 28 muestras de agua potable recolectadas en las 9 facultades (Anexo N° 2) y sus respectivos duplicados, para lo cual se realizó el muestreo cada veintidós días. Los análisis fisicoquímicos se llevaron a cabo en el Laboratorio Fisicoquímico de Aguas de la Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador; se realizaron las pruebas físicas y organolépticas de temperatura, pH, conductividad eléctrica, color, olor, sabor y turbidez a las muestras recolectadas y pruebas químicas de hierro total, dureza, alcalinidad total, sulfatos, manganeso, nitratos, cloro residual total, cloruros, plomo y arsénico. La investigación se realizó en el periodo de Marzo 2018 – Marzo 2019.

**CAPITULO II**  
**OBJETIVOS**

## **2.0 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Analizar fisicoquímicamente el agua potable que se distribuye en la Universidad de El Salvador, Sede Central.

### **2.2 Objetivos específicos.**

2.2.1 Evaluar los parámetros físicos y organolépticos a las muestras recolectadas: pH, conductividad eléctrica, color, sabor, olor y turbidez.

2.2.2 Determinar los parámetros químicos a las muestras recolectadas: Hierro total, Dureza, Alcalinidad total, Cloruros, Cloro residual total, Sulfatos, Manganeso, Nitratos, Plomo y Arsénico.

2.2.3 Comparar los resultados obtenidos de los análisis organolépticos, físicos y químicos de las muestras de agua potable, con los valores establecidos en la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Agua, Agua potable; NSO 13.07.01.99 para Conductividad y la Guía para la calidad del agua potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para Cloruros.

2.2.4 Presentar un informe con los resultados obtenidos en esta investigación, a las autoridades correspondientes de cada Facultad de la Universidad de El Salvador, Sede Central.

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

## **3.0 MARCO TEORICO**

### **3.1 Generalidades.**

#### **3.1.1 Datos históricos de la Universidad de El Salvador.** <sup>(26)</sup>

La Universidad de El Salvador fue fundada el 16 de febrero de 1841 por medio de un decreto emitido por la Asamblea Constituyente, que recién se había instalado y suscrito por el diputado presidencial Juan José Guzmán y los diputados secretarios Leocadio Romero y Manuel Barberena. La UES ha desempeñado un papel protagónico en el desarrollo de la sociedad salvadoreña en los ámbitos educativo, social, económico y político. Tiene como propósito ser una institución pública transformadora de la educación superior, desempeñando un papel importante en el desarrollo de la conciencia crítica y propositiva de la sociedad salvadoreña, a través de la integración de sus funciones básicas: la docencia, la investigación y la proyección social. El artículo 61 de la Constitución de la República de El Salvador de 1983 establece que la Universidad de El Salvador “goza de autonomía en el aspecto docente, administrativo y económico”. La Universidad de El Salvador nació en el contexto de la ilustración centroamericana y sus programas de estudio perseguían la formación de profesionales capaces de hacer caminar al país por el rumbo de progreso basados en la ciencia y el conocimiento útil. En un país donde los profesionales eran muy escasos la Universidad adopto el énfasis profesionista característico del modelo de Universidad napoleónica.

En 1944 la Universidad comenzó a romper con el énfasis profesionista y mediante una revolución educativa priorizo el desarrollo académico de su planta docente, desarrollo sus bibliotecas, democratizo el ingreso a la Universidad, invito a los distinguidos profesores visitantes y desarrollo un amplio programa de investigaciones científicas. En su conjunto este programa muy exitoso dio mucho prestigio a la Universidad e hizo una época llamada “La época de Oro de la UES”

que culminó lamentablemente con la intervención militar ordenada por el gobierno en 1972.

En el ciclo de decadencia, la UES tuvo que soportar intervenciones militares que llevaron como pérdida, por exilio o muerte de importantes líderes académicos y científicos, la destrucción de sus bibliotecas y laboratorios y la drástica reducción del presupuesto anual. La naturaleza también hizo su parte negativa con la destrucción de muchos edificios debido a los movimientos telúricos que afectaron al país.

Con grandes esfuerzos y limitaciones la Universidad superó el ciclo de decadencia y en el ambiente favorable creado por la firma de los Acuerdos de Paz de 1992 ha comenzado un amplio programa de reconstrucción física, académica y científica que a corto plazo llevará a generar una segunda “Época de Oro”.

El proyecto actual de la Universidad es superar su memoria histórica, sacar lecciones positivas sobre sus épocas de florecimiento y decadencia para fortalecer internamente y hacerla capaz de cumplir con los objetivos de sus fundadores y de las expectativas que tienen las actuales generaciones de salvadoreños de su Universidad pública. La Universidad de El Salvador por su historia es una institución venerable y tiene un lugar especial en el corazón de los salvadoreños.

### **3.1.2 Ubicación geográfica.** <sup>(26)</sup>

Ciudad Universitaria, su campus central, está ubicada en la zona noreste de la ciudad de San Salvador. (Ver anexo N° 1)

## **3.2 Facultades de la Universidad de El Salvador.**

### **3.2.1 Facultad de Ciencias Económicas.** <sup>(7)</sup>

Fue fundada el 16 de mayo de 1946, los primeros alumnos de la Facultad de Economía eran 182.; en la actualidad cuenta con una población estudiantil de 9,251 alumnos inscritos.

El Primer Decano en Funciones fue el Dr. David Rosales y el Consejo Administrativo era compuesto por los Abogados Dr. Jorge Castro Peña, Dr. Rodolfo Jiménez Barrios, Dr. Julio Fausto Fernández y Dr. José Salvador Guanque, así como el profesor Santiago Echevoyén; las tendencias ideológicas de los mencionados eran: católica, liberal y marxista.

En dichos tiempos la Universidad solamente tenía cinco carreras profesionales, las cuales eran Abogacía, Medicina, Farmacia, Odontología e Ingeniería; poco a poco fueron naciendo las especialidades en base al desarrollo Económico del país. En la actualidad se considera universalmente como Centro de las Ciencias Sociales, la Economía y de las naturales la Física, por lo que vemos se ha hecho un desplazamiento, al cual la Universidad ha tenido que seguir. La etapa en la cual la Facultad de Derecho es prácticamente el patrón tutelar de la de Economía termina en 1955 con la llegada del Dr. Gabriel Piloña Arauja a la Decanatura quien era un egresado y graduado de la Facultad.

En el Primer Curso de 1946 se impartieron las siguientes asignaturas: Historia Económica General, Elementos de Sociología y Filosofía, Nociones Generales de Derecho, Matemáticas Preparatorias (Álgebra).

### **3.2.2 Facultad de Ciencias y Humanidades**

Nació el 13 de octubre de 1948 con el nombre de Facultad de Humanidades, por acuerdo del Consejo Superior Universitario (CSU) durante el rectorado del Dr. Carlos A. Llerena. La Facultad de Humanidades estaba organizada por las escuelas de: Filosofía y Letras, Ciencias de la Educación y la de Matemáticas y Ciencias Exactas, esta estructura administrativa se mantuvo hasta 1955.

Durante ese periodo surgieron las Escuelas de Psicología, Historia y Ciencias Sociales, Periodismo e Idiomas; además se separaron Filosofía y Letras y desapareció la Escuela de Matemáticas y Ciencias Exactas, hasta 1962 la Facultad de Humanidades funcionó con seis escuelas, estas fueron: Escuela de Filosofía, Letras, Ciencias de la Educación, Ciencias Sociales, Periodismo y la

Escuela de Psicología. En 1963 durante la decanatura del Dr. Alejandro Dagoberto Marroquín realizó una nueva reestructuración para darle vida a una reforma universitaria.

Además, surgieron nuevas carreras en el Departamento de Ciencias de la Educación. En 1992, el Departamento de Biología se separa de la Facultad de Ciencias y Humanidades para integrarse a la nueva Facultad (Facultad de Ciencias Naturales y Matemática) creada por el Dr. Castillo Figueroa. Desde 1993 la Facultad de Ciencias y Humanidades ha venido realizando esfuerzos en función de la calidad académica de su planta docente y que ello impacte en el sector estudiantil, su planta docente se formó en maestrías y doctorados que la Universidad de El Salvador ofreció en convenio con universidades extranjeras.

En el año de 1998, la UES firmó un convenio con el Ministerio de Educación (MINED), el cual permitió la incorporación de la carrera de Trabajo Social a la Facultad de Ciencias y Humanidades, carrera que en el año 2000 se convirtió en Licenciatura en Trabajo Social; ese mismo año se creó la Licenciatura en Historia. La historia de la Facultad de Ciencias y Humanidades es tan rica en contenido, su aporte a la sociedad salvadoreño incalculable, pues cuenta con 8,173 futuros profesionales de las diferentes especialidades que pronto entregara al pueblo salvadoreño. Ya en la segunda gestión del Lic. José Raymundo Calderón (Periodo 2011-2015) el Departamento de Letras lanzó el nuevo proyecto de la Licenciatura en Biblioteconomía, una oferta académica de cinco años.

### **3.2.3 Facultad de Ciencias Agronómicas. <sup>(8)</sup>**

Fue creada en 1964 y hasta la fecha ha graduado a una gran cantidad de profesionales que han ostentado honrosos cargos públicos o privados lo cual da muestra de la calidad y de la excelencia académica que es brindada en la Facultad. El futuro profesional que ingresa a la Facultad de Ciencias Agronómicas se les capacita en las áreas agroalimentarias y el manejo sostenible de los recursos

naturales y el medio ambiente, debido a que están a su disposición recursos que le permiten desarrollar todos los conocimientos teórico-prácticos indispensables para la mejor comprensión y manejo adecuado de todos los fenómenos científicos, industriales y técnicos involucrados.

Los recursos que la Facultad de Ciencias Agronómicas pone a disposición de los 1,536 estudiantes y futuros profesionales son: Una Estación Experimental que tiene un área de 143 manzanas en la jurisdicción de San Luis Talpa, Departamento de La Paz, la cual tiene instalaciones para la ganadería, agricultura y agroindustria, agua y sistemas de riego, maquinaria agrícola, aulas, cafetín, una planta procesadora para alimentos agropecuarios, fábrica de concentrado y toda una gama de herramientas agrícolas y pecuarias.

Para el desempeño académico, la Facultad cuentan con laboratorios especializados: Departamento de Protección Vegetal, con Laboratorio de microbiología, entomología, fitopatología y un museo entomológico; El Departamento de Fitotecnia cuenta con un laboratorio con especialidad en biología general, botánica Agrícola y Fito-mejoramiento, además de contar con un laboratorio de Cultivo de Tejidos. Cada laboratorio cuenta con equipo moderno y especializado de acuerdo a las áreas de investigación y enseñanza.

La Facultad de Ciencias Agronómicas cuenta además con una Biblioteca especializada, completa y actualizada, ubicada en la Biblioteca de las Ingenierías. Todo lo anterior refleja el apoyo que reciben los estudiantes en su formación académica - científica y el manejo del equipo más moderno que en el área de Ciencias Agronómicas, Medicina Veterinaria y Agroindustrial.

### **3.2.4 Facultad de Medicina**

En el ejercicio de la Presidencia del Estado de El Salvador, el médico Eugenio Aguilar (febrero 1846 - febrero 1848) promulgó un decreto en que se acordaba el establecimiento de una cátedra de Anatomía en el Colegio La Asunción.

Este decreto, de fecha 15 de noviembre de 1847, en su artículo primero, además de establecer dicha cátedra de Anatomía decía que daría principio "por el estudio de la Anatomía, debiéndose abrir el 15 de diciembre entrante". Sin embargo, la docencia se inició el 2 de febrero de 1849, fecha en que se procedió a organizar en la Universidad de El Salvador, la Facultad de Medicina y el Protomedicato. Hasta 1980, la Facultad fue el único centro de estudios superiores que ofrecía las carreras del área de las ciencias de la salud en El Salvador. En la actualidad posee un currículo orientado a la comunidad con enfoque multidisciplinario y cuenta con 5,423 estudiantes.

### **3.2.5 Facultad de Química y Farmacia**

Inició sus actividades el 19 de noviembre de 1850, nueve años después de la creación de la UES. Desde su creación hasta la actualidad, la facultad ha sufrido cambios en su estructura orgánica.

En 1880 se funda la Facultad de Farmacia y Ciencias Naturales. Luego de una serie de acontecimientos en 1955 se transforma en la Facultad de Ciencias Químicas. En 1961 inaugura su propio edificio. En 1973, posterior a la intervención militar del año anterior, se reabre la universidad de El Salvador y se reorganiza la Facultad de Química y Farmacia.

En 1977 el Departamento de Química que se encontraba formando parte de la facultad de Ciencias y Humanidades, pasa a formar parte de la Facultad de Química y Farmacia, impartándose las carreras de Licenciatura de Ciencias Químicas y Licenciatura en Química y Farmacia. En 1991 con la creación de la Facultad de Ciencias Naturales Y matemática, el departamento de Química pasa a formar parte de ella. La Facultad de Química y Farmacia forma actualmente profesionales en Licenciatura en Química y Farmacia con opción en Farmacia Industrial, Microbiología, Farmacia Hospitalaria y Agrícola; y cuenta con 1,098 estudiantes inscritos que formaran parte de los futuros Químicos Farmacéuticos al servicio de la población salvadoreña.

### **3.2.6 Facultad de Odontología.**

Comienza sus actividades el 2 de enero de 1900, funciona como un gabinete dental adscrito a la Facultad de Medicina y se atribuye el honor de fundación al médico Dr. Rafael Zaldívar graduado de la universidad de Paris y se le atribuye al expresidente General Don Francisco Menéndez haber concretizado este hecho con la emisión del respectivo decreto de fundación. <sup>(11)</sup>

Tuvo como primer Director al Dr. Manuel María Urreta Uribe (1871-1927) odontólogo colombiano, Graduado de la universidad de Boston, Estados Unidos. En el inicio, el plan de estudios comprendía clases teóricas y prácticas de laboratorio clínico que se impartían durante tres años, gran parte de estas prácticas era desarrollada en las clínicas particulares de aquella época. Para su ingreso, únicamente se requería haber cursado las materias correspondientes a la primaria y tener 16 años de edad. El título otorgado era el de Dentista. El local asignado para el funcionamiento estaba localizado en la esquina formada por la 6° Avenida Sur y 4° Calle Oriente, al costado Sur de la casa y Residencia Presidencial. Las Clases teóricas eran impartidas en la Facultad de Medicina.

Fue hasta el año de 1958 que por gestiones realizadas por el Dr. Julio Oscar Novoa que se trasladó la Facultad a la ubicación actual en el campus de la Ciudad Universitaria. Lamentablemente el 10 de octubre de 1986 el terremoto dañó su infraestructura por lo que fue necesario su reconstrucción. Actualmente las instalaciones se encuentran reconstruidas y habitadas. En 1920 se incrementa el número de materias a cursar y el título a obtener pasa de dentista al de Cirujano Dental. Actualmente cuenta con 732 estudiantes.

### **3.2.7 Facultad de Ciencias Naturales y Matemática**

Fue fundada gracias al Dr. Fabio Castillo Figueroa el 5 de septiembre de 1991 implementando el Instituto de Ciencias Naturales y Matemática debido a que no se contaba con infraestructura propia se llega a un acuerdo por parte de las

Facultades de Ingeniería y Arquitectura, la Facultad de Ciencias y Humanidades y la Facultad de Química y Farmacia de concederle lo que hasta hoy es su infraestructura, iniciando sus labores el 4 de enero de 1992. El personal de la Facultad estaba conformado por personal proveniente de las facultades de Ingeniería y Arquitectura (Escuela de Física y Matemática), Ciencias y Humanidades (Biólogos), Química y Farmacia (Químicos), y ellos debían cobrar sus salarios en las facultades de su puesto de origen ya que la facultad no contaba con presupuesto propio fue hasta el mes de julio de 1994 que se le otorga presupuesto propio.

Actualmente la facultad cuenta con las carreras de licenciatura en Geofísica, Biología, Matemáticas, Estadística, Ciencias Químicas, Física. Maestría en Didáctica de la Matemática, Química, Física, Gestión Ambiental, Manejo sustentable de los Recursos Naturales; Profesorado en Matemáticas, Educación Media, Ciencias Naturales, el total de estudiantes actualmente es de 2,398.

### **3.2.8 Facultad de Ingeniería y Arquitectura.**

En 1849. Se comienzan a perfilar las primeras facultades, impartándose para Ingeniería las cátedras de Matemáticas, Física y Geografía. La mayor parte de asignaturas en esa época eran humanísticas, y la mayoría de los egresados eran sacerdotes. <sup>(9)</sup>

El Dr. Francisco Dueñas decretó, el 19 de agosto de 1864, la fundación de la Facultad de Agrimensura, precursora de la que es hoy la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, habiéndose publicado sus Planes de Estudios, los cuales se desarrollaban en dos años, uno para la enseñanza teórica y otro para la práctica.

La Facultad de Ingeniería tenía las carreras de Ingeniero Agrónomo, Ingeniero Arquitectónico, Ingeniero Mecánico e Ingeniero Mineralógico. Las dos primeras duraban tres años y las últimas cuatro. En 1935 se creó la Facultad de Arquitectura, anexa a la Facultad de Ingeniería.

En 1937 se funda la Sociedad de Estudiantes de Ingeniería Salvadoreña “SEIS”, que posteriormente se transforma a Sociedad de Estudiantes de Ingeniería y Arquitectura Salvadoreños “SEIAS. En 1970 se efectúan reformas que llevan a dividir a la Facultad en Escuelas de Ingeniería y Escuela de Arquitectura, conociéndose desde entonces como Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

En julio de 1995 es electo Decano de la Facultad el Ing. Joaquín Alberto Vanegas y como Vicedecano el Ing. Mario Roberto Nieto Lovo, en éste período se logra la fundación del Laboratorio Nacional de Metrología legal y se da un impulso en la mejora de la infraestructura general de la Facultad, logrando mejorar las instalaciones de la Unidad de Ciencias Básicas y la Construcción de la Biblioteca de las Ingenierías con la ayuda de la Cooperación Española. Hoy en día la Facultad de Ingeniería y Arquitectura alberga a más de 6,585 estudiantes.

### **3.2.9 Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Sociales.**

Por decreto del 16 de febrero de 1841, se consigna jurídicamente lo que podría considerarse como el acta de nacimiento de nuestra alma Mater. Según el historiador, Miguel Ángel Durán, las primeras cátedras de derecho que se fundaron, fueron las de derecho civil y derecho canónico en el año de 1843, las cuales fueron asignadas al Dr. Francisco Dueñas y al Pbro., y Dr. Isidro Menéndez. Por resolución del Poder Ejecutivo del 19 de octubre de 1880, se crea la Facultad de Derecho, con la denominación de “Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Políticas y Sociales, con la responsabilidad de administrar la carrera de Ciencias Jurídicas. Esta última denominación se mantendría hasta 1918, año en el que se modifica por la denominación actual de Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Sociales. <sup>(20)</sup>

Según el Boletín N° 4 publicado en 1967, se advierte un dato histórico sumamente interesante, al destacar que el primer título expedido por nuestra alma mater, fue precisamente un “grado de leyes”, obtenido por el estudiante Andrés Dardón, de nacionalidad guatemalteca, quien por no haber sido admitido

en la Universidad de San Carlos, solicitó su ingreso a la Universidad del Salvador, obteniendo en 1846, el grado de Bachiller en Jurisprudencia. De los primeros 22 alumnos que estudiaron en la Universidad, se graduaron un total de 11 en el ejercicio de la abogacía.

Finalmente, afirmar que la Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Sociales la cual atiende a un aproximado de 5,129 estudiantes, sigue izando las banderas de la justicia social y la libertad, como premisas necesarias para la generación y transformación del conocimiento en los procesos de enseñanza aprendizaje de las Ciencias Jurídicas y las Relaciones Internaciones.

### **3.3 Definición de agua.** <sup>(1)</sup>

El agua es una sustancia cuyas moléculas están compuestas por un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno. Se trata de un líquido inodoro, insípido e incoloro, aunque también puede hallarse en estado sólido (cuando se conoce como hielo) o en estado gaseoso (vapor).

### **3.4 Generalidades del agua.**

La cantidad de agua que existe en el mundo, no varía, sino que permanece aproximadamente constante. El 98% se encuentra en el mar y el 2% restante constituye el reservorio de agua dulce, que en su mayor parte forma hielo de los casquetes polares.

Las disponibilidades de agua constituyen un factor fundamental para el desarrollo económico y la salud pública.<sup>(10)</sup> Los abastecimiento de agua se consideran en todos los países como inversiones básicas de interés general, en el sentido que posibilitan responsabilidades humanas e industriales directamente productivas que influyen en la tasa de crecimiento económico, así también el agua potable tiene importancia para la salud ya que su respectivo control de calidad evita numerosas enfermedades que se transforman en horas de trabajo y vida productiva para el ser humano; por lo tanto se comprende que el agua potable

debe estar apta para el consumo humano exenta de elementos o sustancia que pueden producir efectos perjudiciales para la salud humana y microorganismos capaces de provocar enfermedades.

### **3.5 Definiciones técnicas para agua potable.** <sup>(5)</sup>

**Agua potable:** Es el agua apta para el consumo humano, la cual debe estar exenta de elementos o sustancias químicas y microorganismos capaces de provocar enfermedades al ser humano, cumpliendo con los requisitos de la Norma Salvadoreña Obligatoria Agua, Agua Potable; NSO 13.07.01:08.

### **3.6 Tipos de agua.** <sup>(5)</sup>

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

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

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

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

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

**Aguas minerales:** Son aguas similares a la potable, que tiene como variante una cantidad mayor de sales minerales.

**Agua pura:** Se obtiene por destilación en los laboratorios, de esta manera se separan los gases y sales en disolución.

### **3.7 Enfermedades ocasionadas por la contaminación del agua.** <sup>(12) (13)</sup>

#### **3.7.1 Hierro** <sup>(4)</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.

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.

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.

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.

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. 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.

#### **3.7.2 Plomo** <sup>(25)</sup>

La intoxicación se puede ocasionar por absorción por el tracto digestivo, los pulmones y la piel. Se acumula en el cuerpo y puede causar envenenamiento por

plomo. Aun en concentraciones pequeñas, cuando no hay síntomas exteriores, el plomo puede dañar el cerebro, los riñones, el sistema nervioso y los glóbulos rojos. Algunos efectos del envenenamiento por plomo pueden disminuir si se quita la fuente de la exposición, pero cierto daño es permanente. Los síntomas del envenenamiento por plomo incluyen el cansancio, poca habilidad de prestar atención, agitación, falta de apetito, estreñimiento, dolores de cabeza, cambio repentino de conducta, vómitos y pérdida del oído. Los adultos con envenenamiento por plomo pueden sentirse irritables y desorientados.

La mayoría de los niños con envenenamiento por plomo no muestran ningún síntoma visible, aunque los niños pequeños, los infantes y los fetos absorben el plomo más rápidamente que los adultos y son vulnerables aún a cantidades pequeñas del mismo. El envenenamiento por plomo puede causar que el desarrollo mental y físico del niño se atrofie irrevocablemente.

En promedio, cerca del 10 al 20 por ciento de la cantidad de plomo a la que un niño está expuesto quizás provenga del agua potable; sin embargo, los niños que son alimentados con fórmula podrían obtener del 40 al 60 por ciento de su consumo de plomo del agua. <sup>(17)</sup>

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).

### **3.7.3 Nitratos** <sup>(13)</sup>

Para el ser humano es atribuible principalmente a su reducción a nitrito. El principal efecto biológico del nitrito en el ser humano es su intervención en la oxidación de la hemoglobina normal (Hb) y su consiguiente transformación en metahemoglobina (methHb), que no puede transportar oxígeno a los tejidos. La reducción del transporte de oxígeno es causa de cianosis y en concentraciones más elevadas, de asfixia. Una cantidad de arsénico tan pequeña como 100 mg puede ocasionar un grave envenenamiento; además, pueden aparecer efectos

crónicos por su acumulación en el cuerpo por repetidos niveles bajos de ingesta. También se le atribuyen al arsénico propiedades cancerígenas.

#### **3.7.4 Dureza** <sup>(18)</sup> <sup>(12)</sup>

La dureza del agua se debe al contenido de calcio y, en menor medida, de magnesio disueltos. Varios estudios epidemiológicos ecológicos y analíticos han demostrado la existencia de una relación inversa estadísticamente significativa entre la dureza del agua de consumo y las enfermedades cardiovasculares. Aguas duras son una de las causas principales de hipermagnesemia referida a insuficiencia renal asociada con la habilidad reducida de excretar el magnesio el incremento del consumo de sales de Magnesio que puede causar cambios de movimientos intestinales.

#### **3.7.5 Manganeseo** <sup>(18)</sup> <sup>(12)</sup>

El manganeseo es uno de los metales más abundantes de la corteza terrestre, y su presencia suele estar asociada a la del hierro. Tanto la carencia como la sobreexposición pueden causar efectos adversos. Hay estudios epidemiológicos que han notificado efectos neurológicos adversos tras la exposición prolongada a concentraciones muy altas en el agua de consumo.

#### **3.7.6 Sulfatos** <sup>(12)</sup>

Los sulfatos están presentes de forma natural en muchos minerales y se utilizan comercialmente, sobre todo en la industria química. La ingestión de agua de consumo con concentraciones altas de sulfato causa problemas gastrointestinales de La presencia de sulfato en el agua de consumo también puede producir un sabor apreciable y contribuir a la corrosión de los sistemas de distribución efectos adversos para la salud de las personas.

#### **3.7.7 Arsénico** <sup>(18)</sup>

La vía de exposición más importante es la vía oral, por el consumo de alimentos y bebidas. El arsénico se considera una sustancia a la que debe darse una prioridad alta en el análisis sistemático de fuentes de agua de consumo. Con frecuencia, su concentración está estrechamente relacionada con la profundidad del pozo. Es un contaminante importante del agua de consumo, ya que es una de las pocas sustancias que se ha demostrado que producen cáncer en el ser humano por consumo de agua potable. Estudios epidemiológicos, han demostrado que el consumo en cantidades altas de arsénico en el agua potable está relacionado causalmente con el desarrollo de cáncer en varios órganos, en particular la piel, la vejiga y los pulmones. En varias partes del mundo, las enfermedades producidas por el arsénico, como el cáncer, constituyen un problema significativo de salud pública.

### **3.8 Análisis Organolépticos del agua potable.**

#### **3.8.1 Color <sup>(3)</sup>**

Idóneamente, el agua de consumo no debe tener ningún color apreciable. El color de las aguas naturales puede estar condicionado la presencia de sustancias orgánicas disueltas o coloidales, de origen vegetal, sustancias minerales (sales de hierro, manganeso, etc.) o residuos industriales.

Para observar el color verdadero del agua se debe eliminar la turbidez del agua antes de proceder al análisis. 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. El límite máximo permisible por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable es de 15 Pt-Co.

### **3.8.2 Olor** <sup>(7)</sup>

Idealmente el agua no debe presentar olor. Generalmente los olores son producidos por vegetación descompuesta, aguas residuales, desechos industriales que producen sustancias volátiles (COV's) o gaseosas (H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>, etc.). El olor se determina por sucesivas diluciones de la muestra original con agua inodora (T°≈ 40 °C) hasta que es indetectable (umbral de percepción), siendo un ensayo muy subjetivo y de escasa reproducibilidad. Las muestras deben conservarse en vidrio un máximo de 6 h a 2-5 °C. <sup>(2)</sup> El límite máximo permisible por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable que establece que debe el sabor no debe ser rechazable.

### **3.8.3 Sabor** <sup>(5) (12)</sup>

Suele estar íntimamente asociado al olor (respuesta fisiológica parecida). Algunas sustancias, como es el caso de sales de cobre, zinc o hierro, pueden modificar el sabor, sin alterar el color del efluente. Su determinación se efectúa, al igual que el olor, por dilución hasta determinar el umbral de percepción y sólo se realizará con muestras que sean sanitariamente aptas para consumo humano. El límite máximo permisible por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable que establece que debe el sabor no debe ser rechazable.

## **3.9 Análisis Físicos del agua potable.**

### **3.9.1 Conductividad** <sup>(3)</sup>

La conductividad eléctrica de una solución es una medida de la capacidad de la misma para transportar la corriente eléctrica y permite conocer la concentración de especies iónicas presentes en el agua. Como la contribución de cada especie iónica a la conductividad es diferente, su medida da un valor que no está relacionado de manera sencilla con el número total de iones en solución. Depende también de la temperatura. Está relacionada con el residuo fijo por la

expresión Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )  $\times f = \text{residuo fijo (mg/l)}$  El valor de  $f$  varía entre 0.55 y 0.9.

El valor de conductividad recomendado es de  $400 \mu\text{S}/\text{cm}$  <sup>(5)</sup>. El agua pura se comporta como aislante eléctrico, siendo las sustancias en ella disueltas las que proporcionan al agua la capacidad de conducir la corriente eléctrica, siendo así una medida indirecta de la cantidad de sólidos disueltos. Se determina mediante electrometría con un electrodo conductimétrico, expresándose el resultado en microsiemens  $\text{cm}^{-1}$  ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ).

La medida de conductividad se lleva a cabo por células de conductividad equipadas además, con una fuente externa de corriente y un puente de Wheatstone. <sup>(2)</sup> Se trata de medir la razón de corriente alterna que atraviesa la celda de conductividad para un voltaje dado. Las células de conductividad pueden ir equipadas con electrodos de Pt o de otros metales. El sistema se puede calibrar con patrones de KCl (Cloruro de Potasio) con valor de conductividad conocida en función de su concentración. La Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:99, Agua. Agua potable, establece que Límite máximo permisible de conductividad es de  $1600 \mu\text{mhos}/\text{cm}$  a  $25^\circ\text{C}$ .

### **3.9.2 pH** <sup>(3)</sup>

El pH óptimo de las aguas debe estar entre 6.5 y 8.5 <sup>(5)</sup> es decir, entre neutra y ligeramente alcalina. Las aguas de pH menor de 6.5 son corrosivas, por el anhídrido carbónico, ácidos o sales acidas que tienen en disolución. Para determinarlo se usan métodos colorimétricos o potenciométricos.

La técnica potenciométrica se basa en la capacidad de respuesta del electrodo de vidrio ante soluciones de diferente actividad de iones  $\text{H}^+$ . El potencial en el electrodo de vidrio varía linealmente con el pH del medio. La temperatura de la disolución afecta al valor de pH, por lo cual habrá de tenerse en cuenta esta circunstancia cuando se proceda a medir potenciométricamente el pH. Si el pH

es mayor a 9 la cloración puede ser ineficaz y por lo tanto afectar la proliferación de microorganismos.

### **3.9.3 Turbidez** <sup>(3)</sup>

La turbidez del agua es producida por materias orgánicas e inorgánicas en suspensión. Es una expresión de la propiedad óptica que origina que la luz se disperse y absorba en vez de transmitirse en línea recta a través de la muestra. Las partículas pueden proteger a los microorganismos de los efectos de la desinfección y pueden estimular la proliferación de bacterias. Siempre que se someta al agua a un tratamiento de desinfección, su turbidez debe ser baja, para que el tratamiento sea eficaz.

Método nefelométrico: se basa en la comparación de la intensidad de la luz dispersada por la muestra en condiciones definidas y la dispersada por una solución de referencia patrón en idénticas condiciones.

Se debe determinar la turbidez de la muestra el mismo día de la recolección. Si se debe almacenar debe ser en un ambiente oscuro hasta las 24 horas. <sup>(5)</sup> El límite máximo permisible por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, establece que la turbidez del agua debe encontrarse en valores menores de 5 UNT.

### **3.9.4 Temperatura** <sup>(17)</sup> <sup>(3)</sup>

Es una propiedad física de un sistema en la que se da una transferencia de energía térmica o calor. Cuando existe una diferencia de temperatura, el calor tiende a transferirse del sistema de mayor temperatura al de menor temperatura hasta alcanzar el equilibrio térmico.

El agua fría tiene, por lo general, un sabor más agradable que el agua tibia, y la temperatura repercutirá en la aceptabilidad de algunos otros componentes inorgánicos y contaminantes químicos que pueden afectar al sabor. La temperatura alta del agua potencia la proliferación de microorganismos y puede

aumentar los problemas de sabor, olor, color y corrosión. En el sistema internacional de unidades, la unidad de temperatura es el Kelvin. Sin embargo está muy generalizado el uso de otras escalas de temperatura, concretamente es escala Celsius (o centígrado). Una diferencia de temperatura de un Kelvin equivale a una diferencia de un grado centígrado. El límite máximo permisible por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, es No rechazable.

### **3.10 Análisis Químicos del agua potable.**

#### **3.10.1 Dureza Total <sup>(21)</sup>**

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

Debido a la presencia de estos compuestos se puede clasificar la dureza en dos tipos:

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

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

La dureza es indeseable en algunos procesos, tales como el lavado doméstico e industrial, provocando que se consuma más jabón, al producirse sales insolubles. El agua con una dureza mayor de aproximadamente 200 mg/l, en función de la interacción de otros factores, como el pH y la alcalinidad, puede provocar la formación de incrustaciones en las instalaciones de tratamiento, el sistema de distribución, y las tuberías y depósitos de los edificios. Además le da un sabor indeseable al agua potable. La mayoría de los suministros de agua potable tienen

un promedio de 250 mg/ L de dureza. Niveles superiores a 500 mg/L son indeseables para uso doméstico, en el agua potable el límite máximo permisible es de 300 mg/L de dureza. <sup>(5)</sup> El límite máximo permisible por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, de 1.1 mg/l de CaCO<sub>3</sub>.

### **3.10.2 Hierro Total** <sup>(5)</sup> <sup>(3)</sup>

Es una sustancia no deseable en el agua de consumo humano de estar presente debe ser en un límite máximo permisible de 0.30 mg/l

Niveles altos de hierro producen sabores metálicos en el agua además de incrustaciones en la red de distribución, 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 reduciendo la presión del agua y el paso del flujo normal.

El hierro se encuentra muchas veces 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; el Sulfato ferroso contienen un 20% de hierro elemental lo cual puede ser causa de intoxicación al consumidor.

### **3.10.3 Nitratos** <sup>(5)</sup>

Es la forma más prevaleciente de Nitrógeno en el agua porque es el producto final de la descomposición aeróbica del Nitrógeno orgánico.

La determinación de nitratos es difícil debido a los procedimientos relativamente complejos que se precisan, la elevada probabilidad de que se encuentren sustancias interferentes y los rangos limitados de concentración de las diferentes

técnicas. El límite máximo permitido para agua potable es de 45.0 mg/l establecido por la Norma Obligatoria Salvadoreña NSO13.07.01.08. Agua, Agua Potable.

#### **3.10.4 Alcalinidad Total** <sup>(3) (5)</sup>

La alcalinidad del agua es la capacidad para neutralizar ácidos y constituye la suma de todas las bases titulables. El valor medido puede variar significativamente con el pH de punto final utilizado.

La alcalinidad es importante en tratamientos de aguas naturales y residuales, en las aguas de superficie depende primordialmente de su contenido en carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, por lo que suele tomarse como una indicación de la concentración de estos componentes. Las determinaciones de alcalinidad se utilizan en la interpretación y el control de los procesos de tratamiento de aguas limpias y residuales. Las aguas residuales domesticas tienen una alcalinidad menor que la del suministro. El rango de alcalinidad en aguas domésticas, es decir, aguas potables, oscila entre en valores de 50 -200 mg/l  $\text{CaCO}_3$ . El límite máximo permitido para agua potable es de 50-200 mg/l establecido por la Norma Obligatoria Salvadoreña NSO13.07.01.08. Agua, Agua Potable.

#### **3.10.5 Cloro Residual Libre** <sup>(12) (3)</sup>

El cloro se agrega a los sistemas de agua para desinfectar el agua; sirve principalmente para destruir o desactivar los microorganismos causantes de enfermedades.

Hay varias formas de cloro que se agrega al agua. Estos pueden ser gases, líquidos (comúnmente llamado blanqueador o hipoclorito de sodio), mezclas de hipoclorito de calcio, productos de cloro estabilizado y como cloro generado usando sal. Cuando estas formas de cloro se agregan, reaccionan con agua para formar cloro libre, ácido hipocloroso. Si el cloro libre reacciona con amoníaco, formará varios tipos de cloro combinado (cloraminas). Dependiendo de la relación

de cloro a amoníaco, estos pueden ser mono, di o tricloraminas. La proporción relativa de estas formas depende del pH y la temperatura. Al pH de la mayoría de las aguas predomina el ácido hipocloroso y el ión hipoclorito.

Otra ventaja especialmente en el tratamiento del agua potable reside en la mejora general de la calidad, como consecuencia de la reacción del cloro con el amoníaco, hierro, manganeso, sulfuro y algunas sustancias orgánicas. El límite máximo permisible por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, de 1.1 mg/l

### **3.10.6 Cloruros** <sup>(3)</sup>

Las altas concentraciones de cloruro confieren un sabor salado al agua y las bebidas. Un contenido elevado de cloruro puede dañar las conducciones y estructuras metálicas y perjudicar el crecimiento vegetal.

El límite máximo permisible por la Guía para la calidad del agua potable de la OMS, establece que el valor de Cloruros del agua potable se debe encontrar en valores menores a 250 mg/l.

### **3.10.7 Manganeso** <sup>(3) (23)</sup>

Es un elemento similar al hierro que causa problemas en el sabor, olor y color no deseable para el agua potable en el caso de altas concentraciones de manganeso esta dan un sabor metálico al agua. Se utiliza principalmente en la fabricación de aleaciones de hierro y acero, como oxidante para la limpieza, el blanqueado y la desinfección en forma de permanganato potásico, y como ingrediente de diversos productos.

El manganeso causa manchas de color café – negras en los mismos materiales que el hierro. El agua contaminada con manganeso contiene bacterias que forman una baba de color rojiza – negras que pueden ser visibles cuando el agua sale del grifo y pueden tapar los tanques de inodoro. Este elemento puede

disolverse en agua aunque algunos pozos poco profundos contienen manganeso coloidal que le da al agua un tinte negro. La baba rojiza- café o negro que existe en los grifos o tanques de inodoro son señal de que existen bacterias de manganeso. Según la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Agua, Agua potable; el límite máximo permisible para el manganeso es de 0.1 mg/l. <sup>(5)</sup>

### **3.10.8 Plomo** <sup>(5)</sup> <sup>(25)</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 y el polvo. 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. Las aguas naturales rara vez contienen por encima de 5 microgramo/Litro.

Las aguas de grifo blandas y acidas 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 contenido de plomo o tanques de almacenamiento revestidos de plomo. Se pueden producir altos niveles de plomo cuando el agua es blanda o tiene un pH bajo. Para el agua potable según la NSO 13.07.01:08 Agua, Agua potable; el valor límite máximo permisible corresponde a 0.01 mg/l.

### **3.10.9 Arsénico** <sup>(5)</sup>

El arsénico puede encontrarse en el agua como resultado de una disolución de minerales, descargas industriales o aplicación de insecticidas. Actualmente, las

sustancias arsenicales se utilizan en la industria, en la agricultura, ganadería y en medicina. El límite máximo establecido según la NSO 13.07.01:08 Agua, Agua potable corresponde a 0.01mg/l. Basándose en estudios epidemiológicos que indican que la ingesta de Arsénico inorgánico puede producir cáncer en humanos, la OMS <sup>(12)</sup> (Organización Mundial de la Salud) han establecido una ingesta diaria tolerable (IDT) provisional de Arsénico inorgánico de 2 µg/Kg por peso corporal, la ingesta diaria tolerable (IDT) de Arsénico total en 50 µg/Kg de peso.

### **3.11 Espectroscopia** <sup>(22)</sup>

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.

#### **3.11.1 Espectrofotométrica de absorción atómica** <sup>(22)</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.

### **3.11.2 Espectroscopia de absorción UV-visible.** <sup>(6)</sup>

Este método establece las técnicas para la identificación y cuantificación de sustancias por espectrofotometría de absorción ultravioleta y visible, además describe las condiciones generales para su aplicación.

La espectrofotometría se basa en la medida de la absorción, por las diferentes sustancias, de una radiación electromagnética de longitudes de onda situadas en una banda definida y estrecha, esencialmente monocromática. La banda espectral empleada en las mediciones se extiende desde las longitudes de onda corta de la zona ultravioleta hasta la visible del espectro.

### **3.12 Métodos Fotométricos.**

Cuando un haz de luz se transmite a través de una solución coloreada, entonces el haz pierde su intensidad, es decir, una parte de la luz es absorbida por la solución. Dependiendo de la sustancia en cuestión, esta absorción ocurre en longitudes de onda específicas.

#### **3.12.1 Kits de prueba Fotométricas.** <sup>(23)</sup>

Por medio de reactivos, el componente de una muestra a analizar se convierte en un compuesto coloreado en una reacción específica. Los reactivos o las mezclas de reactivos contienen, además del reactivo selectivo para determinar

un parámetro, una serie de sustancias auxiliares que son esenciales para el curso de la reacción. Estos incluyen, por ejemplo, buffers para ajustar el pH al valor óptimo para la reacción, y enmascarar agentes que suprimen o minimizan la influencia de los iones interferentes. Las reacciones de color en la mayoría de los casos se basan en análisis analíticos estandarizados.

### **3.12.2 Colorímetro.** <sup>(17)</sup>

Equipo que permite la cuantificación de un color y su comparación con otro. Una vez hecha la cuantificación, el valor numérico asignado al color estudiado permitirá su adecuada clasificación en la escala de colores. Este aparato basado en la ley de absorción de la luz habitualmente conocida como de "Lambert-Beer".

### **3.12.3 Nefelómetro.** <sup>(17)</sup>

Instrumento que determina la concentración de partículas insolubles suspendidas en un líquido al medir la intensidad de la luz que dispersan con un ángulo de 90°. Las partículas suspendidas se miden empleando un haz de luz. En cierta medida, la dispersión de la luz para una densidad dada de partículas depende de las propiedades específicas de las partículas, como su color y forma. Los nefelómetros también se conocen como turbidímetros.

## **3.13 Equipos de Laboratorio utilizados para el Análisis Físicoquímico del agua potable.**

### **3.13.1 Lamotte TC-3000.** <sup>(17)</sup>

Equipo Nefelómetro y colorímetro portátil de lectura directa, la fuente de luz que utiliza es una lámpara de Tungsteno para el análisis de Turbiedad, en el caso del análisis de Color es una lámpara UV-LED (375 ±5 nm) y para el análisis de Cloro una lámpara LED (525 ±2 nm). El cloro se determina por reacción con reactivos DPD, seguido por la medida colorimétrica de la reacción en el caso de la prueba

de color se mide directamente en términos de unidades colorimétricas platino-cobalto. Posee una pantalla gráfica de cristales líquidos y un teclado de 6 botones, los cuales permiten al usuario seleccionar diversas opciones en el software gestionado por menús, leer directamente los resultados de los tests o ver los resultados de los test precedentes memorizados en el registrador de datos. (Ver anexo 7)

### **3.13.2 Spectroquant Nova 60 de Merck.** <sup>(23)</sup>

Fotómetro con filtro para la absorción del haz de referencia posee como fuente luminosa una lámpara halógena de wolframio (intervalo VIS).

El equipo mide la intensidad de color del componente a analizar mediante el uso de reactivos que lo convierten en un compuesto coloreado, dicha intensidad es medida como absorbancia, ya que esta es proporcional a la concentración del analito respectivo; las funciones de calibración de todos los kits de ensayo para los análisis están almacenados dentro del equipo. (Ver anexo 8)

### **3.12.3 Orion Versa Star Pro.** <sup>(24)</sup>

Equipo para medir pH y conductividad; tiene como fundamento el uso de electrodos para dichas pruebas.

Electrodo para pH: consta de un potenciómetro, un electrodo de vidrio, un electrodo de referencia y un dispositivo para compensar la temperatura. El circuito se completa a través del potenciómetro cuando los electrodos se sumergen en la solución de análisis.

Electrodo para conductividad: Electrodo de platino que mide el paso de la corriente eléctrica de una muestra compensando la temperatura ya que la conductividad se puede ver aumentada al aumentar la temperatura. (Ver anexo 9)

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

## **4.0 DISEÑO METODOLOGICO.**

### **4.1 Tipo de estudio**

**4.1.1 Experimental:** Se determinaron pruebas físicas como pH, conductividad eléctrica, temperatura y turbidez; organolépticas como color, olor, sabor y pruebas químicas como hierro total, dureza, alcalinidad total, sulfatos, manganeso, nitratos, plomo, cloro residual libre, cloruros y arsénico; estos parámetros fueron evaluados a las 28 muestras recolectadas en las 9 Facultades de la Universidad de El Salvador; respecto al análisis de plomo y arsénico, estas fueron realizadas por el Laboratorio de la Facultad de Ciencias Agronómicas (Ver Anexo N° 16), ya que en el Laboratorio Físicoquímico de agua de la Facultad de Química y Farmacia no cuenta con el equipo de Absorción Atómica para llevar a cabo la determinación de estos parámetros.

**4.1.2 Prospectivo:** El presente trabajo de investigación se desarrolló con el objetivo que sea empleado como referencia para futuras investigaciones.

**4.1.3 Longitudinal:** En referencia a que la investigación se llevara a cabo en un periodo de tiempo (Marzo 2018- Marzo 2019).

### **4.2 Investigación Bibliográfica:**

Se realizará la búsqueda y se revisará información en libros y trabajos de investigación con temas relacionados al análisis del agua potable. En las bibliotecas siguientes:

- Dr. Benjamín Orozco de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
- Central de la Universidad de El Salvador.
- Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador.
- Internet.

### 4.3 Investigación de campo

Se realizó un recorrido por cada una de las nueve facultades de la Universidad de El Salvador, Sede Central con el propósito de identificar y cuantificar el número de grifos disponible a la población estudiantil, de esta manera se obtuvo un total de 257 grifos, de los grifos cuantificados, se seleccionaron como puntos de muestreo aquellos grifos accesibles y los grifos con filtro; con el objetivo de verificar su funcionamiento asimismo corroborar si el agua potable de los puntos de abastecimiento de mayor demanda por los estudiantes es apta para su consumo.

El número de muestras a tomar por facultad fue definido con base al número de estudiantes inscritos en el ciclo II del año 2018 <sup>(2)</sup> en la de Facultad de Ciencias Agronómicas, Facultad de Ciencias Económicas, Facultad de Ciencias y Humanidades, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Sociales, Facultad de Medicina, Facultad de Odontología, Facultad de Química y Farmacia (Ver anexo N° 3). Durante el muestreo se recolectaron las muestras de agua potable de los grifos que tienen filtro Facultad de Ciencias y Humanidades, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Facultad de Química y Farmacia; durante el muestreo no fue posible tomar la muestra de agua potable de todos los grifos con filtro ya que en la Facultad de Ciencias Agronómicas dicho grifo se encontraba fuera de uso.

**4.3.1 Universo:** Todos los puntos de abastecimiento de agua potable a los que la población estudiantil tiene acceso para el consumo diario en cada una de las 9 Facultades de La Universidad de El Salvador, Sede central.

**4.3.2 Muestra:** El número de muestras se tomó de acuerdo a lo especificado por la Norma Salvadoreña Obligatoria Agua, Agua potable; NSO 13.07.01:08, la cual recomienda hacer el análisis de una muestra por cada 5,000 personas (ver Anexo N° 4), de acuerdo al tamaño de la población estudiantil (ver anexo N° 3), por cada

Facultad de la Universidad de El Salvador en el año 2018 <sup>(2)</sup>, se tomaron 14 muestras para el estudio en dos muestreos cada veintidós días haciendo un total de 28 muestras (ver anexo N° 3); dando prioridad aquellos grifos que tengan instalado un sistema de filtro y los de mayor demanda por parte de los estudiantes en cada una de las nueve facultades de La Universidad de El Salvador, Sede Central.

Importante mencionar que no fue posible realizar la toma de muestra en el grifo con filtro correspondiente a la Facultad de Ciencias Agronómicas ya que se encontraba fuera de uso por su mal estado.

Tabla N° 3: Cantidad de grifos que abastecen de agua potable y se encuentran accesibles a la población estudiantil en cada Facultad de la Universidad de El Salvador.

FACULTAD	GRIFOS	ACCESIBLES	FILTRO
Facultad de Agronomía	12	3	1
Facultad de Odontología	20	3	
Facultad de Ciencias y Humanidades	44	8	1
Facultad de Ingeniería y Arquitectura	39	11	1
Facultad de Medicina	43	2	
Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Sociales	11	2	
Facultad de Química y Farmacia	22	2	1
Facultad de Ciencias Naturales y Matemática	24	3	
Facultad de Ciencias Económicas	42	8	
<b>TOTAL</b>	<b>257</b>	<b>42</b>	<b>4</b>

**4.3.3 Tipo de muestreo.** Dirigido y puntual al agua potable de los grifos seleccionados en cada una de las facultades de la Universidad de El Salvador.

#### **4.4 PARTE EXPERIMENTAL.**

##### **4.4.1 Recolección de las muestras.** <sup>(3)</sup>

Se recolectaron 28 muestras en total (Ver anexo N° 5) y su duplicado, mediante dos muestreos realizados cada veintidós días; en las nueve Facultades de la Universidad de El Salvador, Sede central.

Las muestras se recolectaron en frascos de 1000 mL de polietileno, los cuales fueron identificados (Ver anexo N° 6) por código asignado según la Facultad.

#### **4.4.2 Procedimiento utilizado para el muestreo de agua potable para los análisis.** <sup>(3)</sup>

Toma de muestra para análisis organolépticos, físicos y químicos. (Ver anexo 5)  
Durante los dos muestreos en cada uno de los puntos de muestreo se siguieron los siguientes pasos:

1. Se utilizaron frascos de polietileno con capacidad de 1000 mL; limpios y secos.
2. Se completó la respectiva etiqueta con fecha, hora, lugar de muestreo, código de muestra, nombre del muestreador y observaciones. (Ver Anexo N° 6).
3. Los puntos de muestreo fueron grifos con filtro y en las facultades donde no habían grifos con este sistema de purificación se muestreo de los grifos de mayor demanda por los estudiantes.
4. Se abrió la llave del grifo y dejó fluir el agua durante 5 a 10 minutos.
5. Se procedió a quitar el tapón del frasco y evitando cualquier contacto con el interior del frasco se colocó el frasco debajo del grifo y lleno.
6. Luego se tapó el frasco.
7. Se procedió a adherir la etiqueta.
8. Las muestras se colocaron en una hielera y se preservaron a temperatura entre 4°C a 10 °C.

#### **4.4.3 Determinación de parámetros organolépticos.** (Ver anexo 7)

##### **a) Color.**

##### **Método Platino-Cobalto** <sup>(3)</sup>

Equipo: Fotómetro Lamotte TC3000 <sup>(12)</sup> (Ver Anexo N° 11)

**Procedimiento:**

1. Presionar ON para encender el equipo.
2. Presionar OK para seleccionar medida.
3. Desplazar hacia abajo y luego presionar OK para seleccionar "color".
4. Enjuagar una celda limpia código: 0290 con agua destilada.
5. Llenar la celda hasta la línea de 10 ml con agua destilada. Secar la celda con un paño sin pelusa. Tapar la celda.
6. Abrir la tapa del medidor. Inserta la celda en la cámara. Alinear la hendidura del índice en el anillo de posicionamiento con la flecha índice en el medidor.
7. Cerrar la tapa y presionar OK para seleccionar.
8. Escanear en blanco.
9. Retirar la celda del medidor.
10. Vaciar la celda.
11. Llenar la celda hasta la línea de llenado con la muestra. (Verter el líquido dentro de la celda evitando crear burbujas).
12. Tapar la celda. Limpiar la celda completamente de nuevo con un paño sin pelusas.
13. Abrir la tapa del medidor. Insertar la celda con el agua de la muestra. Alinear la hendidura del índice en el anillo de posicionamiento con la flecha del índice en el medidor.
14. Cerrar la tapa. Desplazar hacia abajo y presione OK para seleccionar la muestra de escaneo.
15. Registrar el resultado.
16. Presione OFF para apagar el medidor o Presione < para salir a un menú anterior o hacer otra selección de menú.

**b) Sabor y olor.****Método Sensorial.** <sup>(3)</sup>**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.

#### **4.4.4 Determinación de parámetros físicos.**

##### **a) Temperatura**

###### **Método directo** <sup>(3)</sup>

###### **Procedimiento:**

1. Introducir el termómetro en el centro del frasco colector que contiene la muestra de agua potable, sostenerlo por 1 minuto asegurándose de no tocar el fondo ni las paredes.
2. Leer directamente la temperatura.
3. Anotar las temperaturas en grados °C.

##### **b) Conductividad eléctrica**

###### **Método Célula de conductividad** <sup>(3)</sup>

Equipo: Thermo Scientific Orion Versa Star Pro <sup>(24)</sup>

###### **Procedimiento:**

1. Pulsar ON.
2. Medir la temperatura de la muestra. (En caso necesario llevar a temperatura de  $25 \pm 0.1^\circ\text{C}$ )
3. Sumergir el electrodo en la muestra.
4. Registrar el resultado.
5. Lavar el electrodo con agua desmineralizada.

Nota: Calibrar previamente el equipo con el estándar de conductividad KCl 0.01 M para que se pueda efectuar la compensación automática de temperatura.

### **c) Turbidez**

#### **Método nefelométrico** <sup>(3)</sup>

Equipo: Fotómetro Lamotte TC3000 <sup>(12)</sup> (Ver anexo N° 11).

#### **Procedimiento:**

1. Pulsar ON para encender el aparato de medida.
2. Hacer desfilas el menú hacia abajo y pulsar OK para seleccionar Opciones.
3. Hacer desfilas el menú hacia abajo y pulsar OK para seleccionar Turbiedad.
4. Pulsar OK para seleccionar Unidades.
5. Hacer desfilas el menú hacia abajo y pulsar OK para seleccionar las Unidades NTU (Nephelometric Turbidity Units).
6. Abrir la tapa del medidor. Insertar la celda con el agua de la muestra. Alinear la hendidura del índice en el anillo de posicionamiento con la flecha del índice en el medidor. Cerrar la tapa. Desplazar hacia abajo y presione OK para seleccionar la muestra de escaneo.
7. Registrar el resultado.
8. Pulsar < para volver al menú precedente, o efectuar otra selección de menú, o pulsar OFF para apagar el aparato.

### **d) pH**

#### **Método potenciométrico** <sup>(3)</sup>

Equipo: Thermo Scientific Orion Versa Star Pro <sup>(24)</sup>

#### **Procedimiento:**

1. Remover el electrodo de la solución de KCl, lavar y secar con un paño suave sin mota.
2. Calibrar el equipo con solución buffer pH 4, 7 y 10 (los estándares deben estar a una temperatura lo más próxima 25°C)

3. Lavar el electrodo con agua destilada y secar cuidadosamente con un paño sin mota.
4. Llevar la muestra a temperatura de  $25 \pm 0.1$  °C
5. Colocar el electrodo en la muestra dentro del beaker de 50 mL y realizar su lectura.
6. Registrar los valores de pH y su respectiva temperatura de muestreo.
7. Colocar el electrodo en la solución de KCl.

#### **4.4.5 Determinación de parámetros químicos.**

##### **a) Alcalinidad total**

##### **Método Volumétrico** <sup>(3)</sup> <sup>(27)</sup>

##### **Procedimiento:**

1. Pipetear 20 mL de agua destilada y colocarlos en un Erlenmeyer de 250 mL
2. Colocar 2 gotas de solución indicadora anaranjado de metilo.
3. Titular con Ácido Sulfúrico 0.02 N sobre una superficie blanca y anotar el valor del ácido gastado hasta el cambio de color (Valor de blanco).
4. Pipetear 20 ml de la muestra y colocarlos en un Erlenmeyer de 50 mL manteniendo la punta de la pipeta cerca del fondo del matraz.
5. Ajustar la muestra a la temperatura ambiente si es necesario.
6. Agregar 2 gotas de solución indicadora anaranjado de metilo.
7. Titular con Ácido Sulfúrico 0.02 N sobre una superficie blanca hasta conseguir un cambio de color persistente de amarillo a rojo naranja, característico del punto equivalente. (Ver Anexo N° 13).
8. Anotar el volumen utilizado.
9. Realizar los cálculos respectivos para determinar la concentración en miligramos por litro de Alcalinidad Total (Ver anexo N°14).

##### **b) Arsénico**

##### **Método Espectrofotometría de Absorción Atómica** <sup>(3)</sup>

Equipo: Espectrofotómetro de absorción atómica Shimadzu AA-700

**Procedimiento:**

1. Encender el equipo aproximadamente 20 minutos antes de realizar el análisis.
2. Instalar la lámpara de cátodo hueco para Arsénico y establecer la longitud de onda específica. (Arsénico 193.7 nm)
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.
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.

**c) Cloruros** <sup>(3)</sup>

**Método Volumétrico**

Equipo: Fotómetro Lamotte TC3000 <sup>(12)</sup>

En una solución neutra o ligeramente alcalina, el Cromato potásico puede indicar el punto final de la titulación de cloruros con nitrato de plata.

Se precipita cloruro de plata cuantitativamente antes de formarse el Cromato de plata rojo <sup>(3)</sup>.

**Procedimiento:**

1. Colocar Nitrato de plata 0.014 M en la bureta.
2. Pipetear 50 mL de agua destilada y colocarlos en un Erlenmeyer de 250 mL.
3. Colocar 1 mL de indicador de Cromato Potásico de y titular (anotar el valor de Nitrato de Plata 0.014 M utilizado que será el valor del blanco).
4. Pipetear 50 mL de la muestra y colocarlos en un Erlenmeyer de 250 mL
5. Pipetear 50 mL de agua destilada y colocarlos en el Erlenmeyer que contiene la muestra.
6. Agregar 1 mL de solución indicadora de Cromato Potásico
7. Titular la muestra con Nitrato de Plata 0.014 M, hasta que cambie el color de amarillo hasta un punto final amarillo rosado.
8. Anotar el volumen utilizado (Ver Anexo N° 13).
9. Realizar los cálculos respectivos para determinar la concentración en miligramos por litro de cloruros (Ver anexo N°14).

**d) Cloro Residual Libre** <sup>(3)</sup>

**Método Fotométrico**

Equipo: Fotómetro Lamotte TC3000 <sup>(17)</sup> (Ver anexo N°11).

El método del DPD (N-N dietil-para-fenilendiamina), se basa en la formación de un complejo coloreado susceptible de medida colorimétrica (a 525 nm) entre el cloro libre y el DPD (N-N dietil-para-fenilendiamina) en un medio tamponado (con fosfatos).

La adición al medio de reacción además de un agente complejante de los cationes mayoritarios presentes en el agua y de una sal de Hg, eliminan las interferencias del método. Opcionalmente, tratándose así mismo para el análisis de cloro en una valoración con Tiosulfato sódico en medio ácido.

**Procedimiento:**

1. Presionar ON para encender el aparato de medida.
2. Pulsar OK para seleccionar la medición.
3. Desplazar hacia abajo y luego presionar OK para seleccionar cloro.
4. Presionar OK para seleccionar el cloro libre de prueba.
5. Enjuagar un tubo limpio código: 0290 con la muestra de agua.
6. Llenar el tubo hasta la línea de 10 ml con el agua de la muestra. Secar el tubo con un trapo sin mota. Tapar el tubo.
7. Abrir la tapa del medidor. Insertar el tubo en la cámara. Alinear la hendidura del índice en el anillo de posicionamiento con la flecha de índice en el medidor
8. Cerrar la tapa y presionar OK para seleccionar escanear blanco.
9. Retirar el tubo del medidor. Verter todo menos una cantidad suficiente de agua de muestra para cubrir una tableta. Añadir reactivo código: cloro DPD #1 instrumento tableta de grado (código: 6903). Aplastar la tableta con una trituradora de tabletas (código: 0175) luego añada agua de muestra hasta que el tubo se llene hasta la línea de 10 ml. Tapar el tubo y agitar hasta que la tableta se haya disuelto. La solución se volverá rosa si hay cloro libre presente. Esperar 15 segundos pero no más de 30 segundos. Mezclar.
10. Abrir la tapa del medidor. Insertar la muestra en la cámara. Alinear la hendidura del índice en el anillo de posicionamiento con la flecha del índice en el medidor. Cerrar la tapa, presione OK para seleccionar la muestra de escaneo.
11. Guardar el resultado como cloro libre.
12. Presione OFF para apagar el medidor o presione < para salir a un menú anterior o hacer otra selección de menú.

**Dureza** <sup>(3)</sup>**Método volumétrico** <sup>(21)</sup> <sup>(27)</sup>

El EDTA y sus sales de sodio forman un complejo de quelato soluble al añadirse a las soluciones de algunos cationes metálicos. Si a una solución acuosa que contenga iones calcio y magnesio a un pH  $10 \pm 0.1$  se añade una pequeña cantidad de colorante, como negro de Eriocromo T o calmadita, la solución toma un color rojo vino.

Si se añade EDTA 0.1 M como reactivo de titulación, los iones calcio y magnesio formarán un complejo, y, cuando todos estos iones estén incluidos en dicho complejo, la solución cambiará del rojo vino al azul, señalando el punto final de la titulación.

La nitidez del punto final aumenta con los incrementos de pH. Sin embargo, el pH no puede aumentarse indefinidamente debido al peligro de precipitación de carbonato cálcico o del hidróxido de magnesio, y porque la tinción cambia de color a pH alto. El valor de pH especificado de  $10 \pm 0.1$  constituye una solución satisfactoria. Se fija un límite de 5 minutos de duración para la titulación, a fin de reducir al mínimo la tendencia a la precipitación de carbonato de calcio.

#### **Procedimiento:**

1. Pipetear 50 mL de agua destilada y colocarlos en un Erlenmeyer de 250 mL
2. Añadir 2 ml de solución tampón de cloruro de amonio - hidróxido de amonio, para dar un pH de 10.0 a 10.1.
3. Realizar la titulación en cinco minutos, medidos a partir del momento de la adición del tampón.
4. Añadir dos gotas de solución indicadora negro de Eriocromo T
5. Poco a poco, añadir titulante EDTA 0.1 M estándar, removiendo continuamente, hasta que desaparezcan los últimos matices rojizos.
6. Añadir las últimas gotas con intervalos de 3-5 segundos. En el punto final, la solución suele ser azul. (Anotar valor de blanco)
7. Pipetear 25 mL de muestra y colocarlos en un Erlenmeyer de 250 mL
8. Incorporar 25 mL pipeteados de agua destilada.

9. Añadir 2 ml de solución tampón de cloruro de amonio - hidróxido de amonio, para dar un pH de 10.0 a 10.1.
10. Añadir dos gotas de solución indicadora Negro de Eriocromo T
11. Poco a poco, añadir titulante EDTA 0.1 M estándar, removiendo continuamente, hasta que desaparezcan los últimos matices rojizos.
12. Añadir las últimas gotas con intervalos de 3-5 segundos. En el punto final, la solución suele ser azul (Ver Anexo N° 13).  
Nota: Se recomienda utilizar luz natural o una lámpara fluorescente de luz día, ya que las lámparas de incandescencia tienden a producir un matiz rojizo en el azul de punto final.
17. Registrar el resultado.
18. Realizar los cálculos respectivos para determinar la concentración en miligramos por litro de dureza total (Ver anexo N°14).

#### **e) Hierro total** <sup>(3) (4)</sup>

##### **Método Fotométrico**

Equipo Fotómetro Spectroquant Nova 60 <sup>(23)</sup> (Ver Anexo N°11)

Se disuelve el hierro, se reduce al estado ferroso por ebullición con ácido e hidroxilamina y se trata con 1,10-fenantrolina a pH de 3,2 a 3,3. El complejo rojo-naranja que se forma es un quelato de tres moléculas de fenantrolina por cada átomo de hierro ferroso. La solución coloreada obedece a la ley de Beer; su intensidad es independiente del pH entre 3 y 9. Un pH entre 2,9 y 3,5 asegura un rápido desarrollo del color en presencia de un exceso de fenantrolina.

##### **Procedimiento:**

1. Comprobar el valor del pH de la muestra
2. (Intervalo previsto: pH 1 –10)
3. Pipetear 5,0 ml de la muestra en un tubo de ensayo.
4. Añadir 3 gotas de reactivo código: Fe-1K

5. Mezclar.
6. Tiempo de reacción: 3 minutos.
7. Añadir la solución en la cubeta correspondiente.
8. Seleccionar el método con el AutoSelector.
9. Colocar la cubeta en el compartimiento para cubetas.
10. Registrar el resultado.

## **f) Manganeso**

### **Método Fotométrico** <sup>(3)</sup>

Equipo Fotómetro Spectroquant Nova 60 <sup>(23)</sup>

El manganeso puede estar en forma soluble en agua neutra al principio de la toma de la muestra, pero se oxida un grado de oxidación más alto y precipita o llega a ser absorbido por las paredes del recipiente. Determinar el manganeso enseguida de tomar la muestra. Cuando sea inevitable un cierto retraso se puede determinar el manganeso total si se acidula la muestra en el momento de su toma empleando  $\text{HNO}_3$  hasta pH menor a 2.

La oxidación con persulfato de los compuestos manganosos solubles para formar permanganato se realiza en presencia de nitrato de plata. El color resultante es estable durante 24 horas al menos.

### **Procedimiento:**

Intervalo de medida: 0,10 – 5,00 mg/l de Mn.

1. Comprobar el valor del pH de la muestra, intervalo previsto: pH 2 – 7
2. En caso necesario, corregir el valor del pH añadiendo gota a gota solución diluida de hidróxido sódico o ácido sulfúrico.
3. Pipetear 5,0 ml de la muestra en un tubo de ensayo.
4. Añadir 4 gotas de reactivo código: Mn-1 y mezclar.
5. Añadir 2 gotas de reactivo código: Mn-2 y mezclar
6. Tiempo de reacción: 2 minutos.
7. Añadir 2 gotas de reactivo código: Mn-3 y mezclar.

8. Tiempo de reacción: 2 minutos.
9. Añadir la solución en la cubeta correspondiente.
10. Seleccionar el método con el AutoSelector.
11. Colocar la cubeta en el compartimiento para cubetas.
12. Registrar el resultado.

### **g) Nitratos** <sup>(3)</sup>

#### **Método Fotométrico.**

Equipo Fotómetro Spectroquant Nova 60 <sup>(23)</sup>

El NO<sub>2</sub> así producido se determina por diazotado con sulfanilamida y acoplamiento con dihidroclorhidrato de N- (1-naftil)-etilendiamina para formar un colorante azo de color muy intenso, que se mide colorimétricamente.

#### **Procedimiento:**

1. Verter 1 microcuchara azul rasa de reactivo código: NO3-1 en una cubeta redonda vacía. (Ver Anexo N° 11)
2. Añadir 5,0 ml de reactivo código: NO3-2 con la pipeta y cerrar con la tapa roscada.
3. Agitar intensamente la cubeta durante 1 minuto para disolver la sustancia sólida.
4. Añadir 1,5 ml de la muestra con la pipeta muy lenta, cerrar con la tapa roscada y mezclar. ¡Atención, la cubeta se calienta!
5. Tiempo de reacción: 10 minutos.
6. Añadir la solución en la cubeta correspondiente.
7. Seleccionar el método con el AutoSelector.
8. Colocar la cubeta en el compartimiento para cubetas.
9. Registrar el resultado.

### **h) Plomo** <sup>(3)</sup>

#### **Método Espectrofotometría de Absorción Atómica.**

Equipo de absorción atómica Shimadzu AA-700

**Procedimiento:**

1. Encender el equipo aproximadamente 20 minutos antes de realizar el análisis.
2. Instalar la lámpara de cátodo hueco para Plomo y establecer la longitud de onda específica. (Plomo 283.3nm). Alinear la lámpara para que pase el haz de luz y sin muestra optimizar la energía.
3. Optimizar la longitud de onda hasta obtener la ganancia máxima de energía.
4. Ajustar la posición de la cabeza del quemador.
5. Conectar y ajustar la velocidad del flujo del aire para obtener la máxima sensibilidad.
6. Conectar y ajustar el flujo del Acetileno y encender la llama (para estabilizar la llama unos cuantos minutos antes de analizar las muestras).
7. Aspirar un blanco de agua desionizada y llevar a cero el instrumento.
8. Aspirar el estándar respectivo y ajustar la velocidad de aspiración del nebulizador para obtener la sensibilidad máxima.
9. Aspirar nuevamente un blanco y poner a cero el instrumento.
10. Aspirar el estándar próximo al medio del intervalo lineal y registrar la absorbancia.
11. Aspirar la muestra a analizar lectura directa por duplicado.

**i) Sulfatos** <sup>(3)</sup>

**Método Fotométrico**

Equipo Fotómetro Spectroquant Nova 60 <sup>(23)</sup>

El ión sulfato  $\text{SO}_4^{2-}$  precipita en un medio de ácido acético con Cloruro de Bario  $\text{BaCl}_2$  de modo que forma cristales de Sulfato de Bario ( $\text{BaSO}_4$ ) de tamaño uniforme. Se mide la absorbancia luminosa de la suspensión de ( $\text{BaSO}_4$ ) con un fotómetro y se determina la concentración de  $\text{SO}_4^{2-}$  por comparación de la

**Procedimiento:**

1. Comprobar el pH de la muestra, intervalo previsto: pH 2 –10.
2. Pipetear 2,5 ml de la muestra en un tubo con tapa roscada.
3. Añadir 2 gotas de reactivo código SO4-1 y mezclar.
4. Añadir 1 microcuchara verde rasa de reactivo código: SO4-2, cerrar con la tapa roscada y mezclar.
5. Regular la temperatura del tubo en el baño de agua a 40°C durante 5 minutos.
6. Añadir 2,5 ml de reactivo código: SO4-3 con la pipeta y mezclar.
7. Filtrar a través de un filtro redondo en un tubo con tapa roscada.
8. Mezclar el filtrado con 4 gotas de reactivo código: SO4-4 y cerrar con la tapa roscada.
9. Colocar de nuevo durante 7 minutos en el baño de agua.
10. Añadir la solución en la cubeta correspondiente.
11. Seleccionar el método con el AutoSelector.
12. Colocar la cubeta en el compartimiento para cubetas.
13. Registrar el resultado.

#### **4.4.6 Informes de resultados**

Se elaboró el informe por Facultad de los resultados obtenidos y serán entregados a cada una de las facultades correspondientes. Tomando como base los requisitos que exige la Norma Técnica Salvadoreña <sup>(16)</sup> NTS ISO/IEC 17025:2017 (Ver Anexo N° 17).



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



## **INFORME E INTERPRETACION DE RESULTADOS**

DETERMINACION DE LA CALIDAD FISICOQUIMICA  
DEL AGUA POTABLE QUE SE DISTRIBUYE EN LAS  
FACULTADES DE LA UNIVERSIDAD  
DE EL SALVADOR, SEDE CENTRAL

TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL GRADO DE:  
Licenciada en química y farmacia

PRESENTADO POR:  
Mirna Guadalupe Reyes García  
Blanca Edith Rivas Cubias

CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO DE 2019



**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**  
**INFORME DE ANALISIS FISICOQUIMICO**



<b>Nombre de la muestra:</b> Agua potable	<b>Código de muestra:</b> 1 , 2	<b>Fecha de emisión:</b> 29-10-18
<b>Procedencia:</b> Facultad de Ingeniería y Arquitectura		<b>Descripción de la muestra:</b> Líquido transparente incolore, libre de partículas.
<b>Dirección:</b> Universidad de El Salvador		
<b>Fecha de Muestreo:</b> 24-09-2018 15-10-2018	<b>Fecha de Análisis:</b> 24:28-09-2018; 15:19-10-2018	<b>Hora de muestreo:</b> 8:05 am; 8:09 am.
<b>Lugar de análisis:</b> Laboratorio fisicoquímico de aguas, Facultad de Química y Farmacia.		
<b>Referencia:</b> 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, Norma Salvadoreña Agua. Agua Potable, NSO 13.07.01:08, Guía para la calidad del agua potable (Organización Mundial de la Salud).		

Determinaciones	Resultado primera toma de muestra		Resultado segunda toma de muestra		Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Limites	Método de análisis
	*1	**2	*1	**2		
Color	1.3 Pt-Co	No detectado	1.9 Pt-Co	No detectado	15 Pt-Co	Fotométrico
Sabor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	Sensorial
Olor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	Sensorial
Temperatura	30 °C	26°C	30°C	26°C	No rechazable	Directo
Conductividad	722 µmhos/cm	785 µmhos/cm	703 µmhos/cm	747 µmhos/cm	• 1600 µmhos/cm	Célula de conductividad
Turbidez	2.0 UNT	1.8 UNT	0.4 UNT	0.1 UNT	5 UNT	Fotométrico
pH	7.1	6.9	7.1	6.9	6.0 - 8.5	Potenciométrico

\*Muestra 1: Frente a la biblioteca, \*\*Muestra 2: Frente a edificio B de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura  
•NSO 13.07.01:99

**Final Avenida “Héroes y Mártires del 30 de Julio”. Ciudad Universitaria  
San Salvador, El Salvador CA.**

1 de 3



**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA  
INFORME DE ANALISIS FISICOQUIMICO**



<b>Nombre de la muestra:</b> Agua potable	<b>Código de muestra:</b> 1 , 2	<b>Fecha de emisión:</b> 29-10-18
<b>Procedencia:</b> Facultad de Ingeniería y Arquitectura		<b>Descripción de la muestra:</b> Líquido transparente incolore, libre de partículas.
<b>Dirección:</b> Universidad de El Salvador		
<b>Fecha de Muestreo:</b> 24-09-2018 15-10-2018	<b>Fecha de Análisis:</b> 24:28-09-2018; 15:19-10-2018	<b>Hora de muestreo:</b> 8:05 am; 8:09 am.
<b>Lugar de análisis:</b> Laboratorio fisicoquímico de aguas, Facultad de Química y Farmacia.		
<b>Referencia:</b> 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, Norma Salvadoreña Agua. Agua Potable, NSO 13.07.01:08, Guía para la calidad del agua potable (Organización Mundial de la Salud).		

Determinaciones	Resultado primera toma de muestra		Resultado segunda toma de muestra		Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Límites	Método de análisis
	*1	**2	*1	**2		
Alcalinidad total	143 mg/l de CaCO <sub>3</sub>	148 mg/l de CaCO <sub>3</sub>	112 mg/l de CaCO <sub>3</sub>	133 mg/l de CaCO <sub>3</sub>	50 -200 mg/l CaCO <sub>3</sub>	Volumétrico
Arsénico	0.01 mg/l	0.02 mg/l	0.01 mg/l	0.02 mg/l	0.01mg/l	Espectrofotometría de Absorción Atómica
Cloruros	0.03 mg/l	0.05 mg/l	0.03 mg/l	0.04 mg/l	••250 mg/l	Volumétrico
Cloro residual libre	0.9 mg/l	0.7 mg/l	1.0 mg/l	0.6 mg/l	1.1 mg/l	Fotométrico
Dureza total	274 mg/l	249 mg/l	270 mg/l	258 mg/l	500 mg/l	Volumétrico
Hierro total	0.02 mg/l	0.02 mg/l	0.05 mg/l	0.03 mg/l	0.30 mg/l	Fotométrico
Manganeso	0.1 mg/l	No detectado	No detectado	No detectado	0.1 mg/l	Fotométrico
Nitratos	3 mg/l	14 mg/l	6 mg/l	9 mg/l	45 mg/l	Fotométrico

\*Muestra 1: Frente a la biblioteca, \*\*Muestra 2: Frente a edificio B de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura  
•• Guía para la calidad del agua potable OMS

**Final Avenida "Héroes y Mártires del 30 de Julio". Ciudad Universitaria  
San Salvador, El Salvador CA.**



**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA  
INFORME DE ANALISIS FISICOQUIMICO**



<b>Nombre de la muestra:</b> Agua potable		<b>Código de muestra:</b> 1 , 2		<b>Fecha de emisión:</b> 29-10-18					
<b>Procedencia:</b> Facultad de Ingeniería y Arquitectura				<b>Descripción de la muestra:</b> Líquido transparente incoloro, libre de partículas.					
<b>Dirección:</b> Universidad de El Salvador									
<b>Fecha de Muestreo:</b> 24-09-2018 15-10-2018		<b>Fecha de Análisis:</b> 24:28-09-2018; 15:19-10-2018		<b>Hora de muestreo:</b> 8:05 am; 8:09 am.					
<b>Lugar de análisis:</b> Laboratorio fisicoquímico de aguas, Facultad de Química y Farmacia.									
<b>Referencia:</b> 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, Norma Salvadoreña Agua. Agua Potable, NSO 13.07.01.08, Guia para la calidad del agua potable (Organización Mundial de la Salud).									
Determinaciones	Resultado primera toma de muestra		Resultado segunda toma de muestra		Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Limites	Método de análisis			
	*1	**2	*1	**2					
Plomo	No detectado	No detectado	No detectado	No detectado	0.01 mg/l	Espectrofotometría de Absorción Atómica			
Sulfatos	209 mg/l	136 mg/l	123 mg/l	101 mg/l	400 mg/l	Fotométrico			
<b>Observaciones:</b> N/A									
<b>El informe de análisis fisicoquímico corresponde exclusivamente a la muestra analizada</b>									
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 33%;">           F.             ANALISTA         </td> <td style="text-align: center; width: 33%;">           F.             ANALISTA         </td> <td style="text-align: center; width: 33%;">           F.             SUPERVISOR         </td> </tr> </table>							F.  ANALISTA	F.  ANALISTA	F.  SUPERVISOR
F.  ANALISTA	F.  ANALISTA	F.  SUPERVISOR							
<b>PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL NO AUTORIZADA</b>									

**FIN DE INFORME**

\*Muestra 1: Frente a la biblioteca, \*\*Muestra 2: Frente a edificio B de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

**Final Avenida "Héroes y Mártires del 30 de Julio". Ciudad Universitaria  
San Salvador, El Salvador CA.**

Con respecto al análisis realizado, correspondiente a la facultad de Ingeniería y Arquitectura; las muestras identificadas con el código 1 y 2 que pertenecen a las muestras ubicadas frente a la biblioteca y frente al edificio B de dicha facultad respectivamente, han sido evaluadas con la norma salvadoreña obligatoria NSO 13.07.01:08 y NSO 13.07.01.99 para agua potable, para aquellos parámetros que no están especificados por la norma nacional , se han evaluado con la guía para la calidad del agua potable de la organización mundial de la salud (OMS), como a continuación se detalla:

**Parámetro: COLOR**

**NSO 13.07.01:08: 15 Pt-Co**

Código de muestra	1 :	1.3	<b>cumple</b>
Código de muestra	1 :	1.9	<b>cumple</b>
Código de muestra	2 :	No detectado	<b>cumple</b>
Código de muestra	2 :	No detectado	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El color del agua puede estar condicionado por la presencia de iones metálicos naturales (Hierro y Manganeso), restos de vegetales, presencia de microorganismos y residuos industriales.

**Parámetro: SABOR**

**NSO 13.07.01:08: No rechazable**

Código de muestra	1 :	No rechazable	<b>cumple</b>
Código de muestra	1 :	No rechazable	<b>cumple</b>
Código de muestra	2 :	No rechazable	<b>cumple</b>
Código de muestra	2 :	No rechazable	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El sabor se encuentra asociado a la temperatura del agua, sustancias como sales

de cobre, zinc o hierro y partículas de cloro que son incorporadas al agua con el objetivo de purificarla.

**Parámetro: OLOR**

**NSO 13.07.01:08: No rechazable**

Código de muestra 1 : No rechazable **cumple**

Código de muestra 1 : No rechazable **cumple**

Código de muestra 2 : No rechazable **cumple**

Código de muestra 2 : No rechazable **cumple**

**Fundamento:**

El olor generalmente es producido por vegetación descompuesta, aguas residuales, desechos industriales que producen sustancias volátiles o gaseosas.

**Parámetro: TEMPERATURA**

**NSO 13.07.01:08: No rechazable**

Código de muestra 1 : No rechazable **cumple**

Código de muestra 1 : No rechazable **cumple**

Código de muestra 2 : No rechazable **cumple**

Código de muestra 2 : No rechazable **cumple**

**Fundamento:**

La temperatura influye en la aceptabilidad de algunos otros componentes inorgánicos y contaminantes químicos que pueden afectar al sabor. La temperatura alta del agua potencia la proliferación de microorganismos y puede aumentar los problemas de sabor, olor, color y corrosión.

**Parámetro: CONDUCTIVIDAD**

**NSO 13.07.01:99: 1600 µmhos/cm**

Código de muestra 1 : 722 **cumple**

Código de muestra	1 :	703	<b>cumple</b>
Código de muestra	2 :	785	<b>cumple</b>
Código de muestra	2 :	747	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

La conductividad es una medida de la capacidad que tiene el agua para conducir la corriente eléctrica. Está relacionado directamente con la cantidad total de sales presentes en el agua.

**Parámetro: TURBIDEZ**

**NSO 13.07.01:08: 5 UNT**

Código de muestra	1 :	2	<b>cumple</b>
Código de muestra	1 :	0.4	<b>cumple</b>
Código de muestra	2 :	1.8	<b>cumple</b>
Código de muestra	2 :	0.1	<b>cumple</b>

**Causas:**

El resultado de Turbidez, es proporcional a la cantidad de sólidos en suspensión en el agua y es una opalescencia que le confieren al agua los sólidos suspendidos de tamaño coloidal.

**Parámetro: pH**

**NSO 13.07.01:08: 6.5-8.5 Uni-pH**

Código de muestra	1 :	7.1	<b>cumple</b>
Código de muestra	1 :	7.1	<b>cumple</b>
Código de muestra	2 :	6.9	<b>cumple</b>
Código de muestra	2 :	6.9	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El pH nos indica los iones Hidrógenos libres en el agua, nos da la medida de

acidez o alcalinidad de una muestra y este resultado es debido en gran medida a la composición química de ella.

**Parámetro: ALCALINIDAD TOTAL**

**NSO 13.07.01:08: 50 -200 mg/l CaCO<sub>3</sub>**

Código de muestra	1 :	143	<b>cumple</b>
Código de muestra	1 :	112	<b>cumple</b>
Código de muestra	2 :	148	<b>cumple</b>
Código de muestra	2 :	133	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

La alcalinidad es la capacidad del agua para neutralizar ácidos, es debida a la presencia de iones carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, los cuales con componentes normales del agua natural. Por la presencia de iones carbonatos y bicarbonatos la alcalinidad está muy relacionada con la dureza de la misma.

**Parámetro: ARSENICO**

**NSO 13.07.01:08: 0.01mg/l**

Código de muestra	1 :	0.01	<b>cumple</b>
Código de muestra	1 :	0.01	<b>cumple</b>
Código de muestra	2 :	0.02	<b>no cumple</b>
Código de muestra	2 :	0.02	<b>no cumple</b>

**Fundamento:**

Metal que se encuentra de manera natural en la corteza terrestre. El Arsénico aparece en niveles altos en los suministros de agua potable, puede ingresar al ambiente de manera natural a través de agua subterránea, minerales, procesos geotérmicos. El arsénico en el agua potable se ha asociado con cánceres de vejiga, piel y pulmón.

**Recomendaciones:**

El arsénico puede ser eliminado por técnicas de purificación de agua que consisten en la coagulación con hierro y aluminio, adsorción por alúmina activa, intercambio iónico y filtración por membrana.

**Parámetro: CLORUROS**

**Norma OMS: 250 mg/l**

Código de muestra	1 :	0.03	<b>cumple</b>
Código de muestra	1 :	0.03	<b>cumple</b>
Código de muestra	2 :	0.05	<b>cumple</b>
Código de muestra	2 :	0.04	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Generalmente está presente en aguas naturales. Las altas concentraciones de cloruros se originan en formaciones geológicas (suelos, rocas, etc) que lo contienen. El cloro se aplica como desinfectante químico para aquellas aguas destinadas al consumo humano (utilizado dentro de los límites establecidos).

**Parámetro: CLORO RESIDUAL LIBRE**

**NSO 13.07.01:08: 1.1 mg/l**

Código de muestra	1 :	0.9	<b>cumple</b>
Código de muestra	1 :	1.0	<b>cumple</b>
Código de muestra	2 :	0.7	<b>cumple</b>
Código de muestra	2 :	0.6	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El cloro es la sustancia más usada en el mundo como desinfectante para el agua de consumo humano. El Cloro Residual Libre es el permanente de cloro en el agua después de que parte del añadido reaccione en el proceso de desinfección de ésta.

**Parámetro: DUREZA TOTAL**

**NSO 13.07.01:08: 500 mg/l**

Código de muestra	1 :	274	<b>cumple</b>
Código de muestra	1 :	270	<b>cumple</b>
Código de muestra	2 :	249	<b>cumple</b>
Código de muestra	2 :	258	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

La dureza total se define como la suma de las concentraciones de iones de calcio y magnesio. El grado de dureza, es proporcional a la concentración de sales metálicas presentes y si se exceden los límites permisibles para el agua potable, se pueden presentar problemas cardiovasculares por la cantidad de sales minerales.

**Parámetro: HIERRO TOTAL****NSO 13.07.01:08:-0.30 mg/l**

Código de muestra	1 :	0.02	<b>cumple</b>
Código de muestra	1 :	0.05	<b>cumple</b>
Código de muestra	2 :	0.02	<b>cumple</b>
Código de muestra	2 :	0.03	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Es un elemento natural de la corteza terrestre, generalmente se presenta en pequeñas cantidades en los sistemas de aguas naturales y puede ser introducido por los materiales de plomería. Su presencia se nota por el color salobre, el sedimento oxidado, el sabor amargo o metálico.

**Parámetro: MANGANESO****NSO 13.07.01:08: 0.1 mg/l**

Código de muestra	1 :	0.1	<b>cumple</b>
Código de muestra	1 :	No detectado	<b>cumple</b>

Código de muestra	2 :	No detectado	<b>cumple</b>
Código de muestra	2 :	No detectado	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Es un elemento relativamente común en rocas y suelos, en donde están presentes como óxidos e hidróxidos. A mayores cantidades de las establecidas, tiende a acumularse en los sistemas de distribución de agua darle mal sabor a la misma.

**Parámetro: NITRATOS**

**NSO 13.07.01:08: 45 mg/l**

Código de muestra	1 :	3	<b>cumple</b>
Código de muestra	1 :	6	<b>cumple</b>
Código de muestra	2 :	14	<b>cumple</b>
Código de muestra	2 :	9	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Suele estar presente en aguas de uso agrícola, las principales fuentes de nitratos son fertilizantes químicos de las tierras cultivadas, aguas de uso doméstico y el drenaje de corrales. La concentración de nitratos está relacionada con la aparición de algas.

**Parámetro: PLOMO**

**NSO 13.07.01:08: 0.01 mg/l**

Código de muestra	1 :	No detectado	<b>cumple</b>
Código de muestra	1 :	No detectado	<b>cumple</b>
Código de muestra	2 :	No detectado	<b>cumple</b>
Código de muestra	2 :	No detectado	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Las concentraciones elevadas de plomo en agua se deben al plomo proveniente de la atmosfera, actividades industriales, gasolina con plomo, etc. A nivel internacional se clasifica como sustancia potencialmente peligrosa ya que puede producir efectos en la salud como anemia y reducción de la hemoglobina.

**Parámetro: SULFATOS**

**NSO 13.07.01:08: 400 mg/l**

Código de muestra	1 :	209	<b>cumple</b>
Código de muestra	1 :	123	<b>cumple</b>
Código de muestra	2 :	136	<b>cumple</b>
Código de muestra	2 :	101	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Los sulfatos abundan en la corteza terrestre y en invierno pueden presentarse en elevadas cantidades a causa de la lixiviación de yeso o sulfato de sodio presente en rocas o por compuestos orgánicos que contienen azufre también forma parte de muchas descargas de residuos industriales.



**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA  
INFORME DE ANALISIS FISICOQUIMICO**



<b>Nombre de la muestra:</b> Agua potable	<b>Código de muestra:</b> 3, 5	<b>Fecha de emisión:</b> 29-10-18
<b>Procedencia:</b> Facultad de Ciencias y Humanidades		<b>Descripción de la muestra:</b> Líquido transparente incoloro, libre de partículas.
<b>Dirección:</b> Universidad de El Salvador		
<b>Fecha de Muestreo:</b> 24-09-2018 15-10-2018	<b>Fecha de Análisis:</b> 24:28-09-2018; 15:19-10-2018	<b>Hora de muestreo:</b> 8:17 am; 8:43 am.
<b>Lugar de análisis:</b> Laboratorio fisicoquímico de aguas, Facultad de Química y Farmacia.		
<b>Referencia:</b> 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, Norma Salvadoreña Agua. Agua Potable, NSO 13.07.01.08, Guía para la calidad del agua potable (Organización Mundial de la Salud).		

Determinaciones	Resultado primera toma de muestra		Resultado segunda toma de muestra		Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Limites	Método de análisis
	*3	**5	*3	**5		
Color	8.1 Pt-Co	10.6 Pt-Co	0.6 Pt-Co	0.4 Pt-Co	15 Pt-Co	Fotométrico
Sabor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	Sensorial
Olor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	Sensorial
Temperatura	28 °C	27 °C	28 °C	26 °C	No rechazable	Directo
Conductividad	740 μmhos/cm	746 μmhos/cm	667 μmhos/cm	716 μmhos/cm	•1600 μmhos/cm	Célula de conductividad
Turbidez	3.2 UNT	0.4 UNT	1.2 UNT	0.4 UNT	5 UNT	Fotométrico
pH	7.1	7.1	7.3	7.0	6.0 - 8.5	Potenciométrico

\*Muestra 3: Frente a edificio de Idiomas, \*\*Muestra 5: Contiguo a Biblioteca Central  
•NSO 13.07.01:99

**Final Avenida "Los Héroes y Mártires del 30 de Julio". Ciudad Universitaria  
San Salvador, El Salvador CA.**



**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**  
**INFORME DE ANALISIS FISICOQUIMICO**



<b>Nombre de la muestra:</b> Agua potable	<b>Código de muestra:</b> 3, 5	<b>Fecha de emisión:</b> 29-10-18
<b>Procedencia:</b> Facultad de Ciencias y Humanidades		<b>Descripción de la muestra:</b> Líquido transparente incolore, libre de partículas.
<b>Dirección:</b> Universidad de El Salvador		
<b>Fecha de Muestreo:</b> 24-09-2018 15-10-2018	<b>Fecha de Análisis:</b> 24:28-09-2018; 15:19-10-2018	<b>Hora de muestreo:</b> 8:17 am; 8:43 am.
<b>Lugar de análisis:</b> Laboratorio fisicoquímico de aguas, Facultad de Química y Farmacia.		
<b>Referencia:</b> 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, Norma Salvadoreña Agua. Agua Potable, NSO 13.07.01.08, Guía para la calidad del agua potable (Organización Mundial de la Salud).		

Determinaciones	Resultado primera toma de muestra		Resultado segunda toma de muestra		Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.08 Limites	Método de análisis
	*3	**5	*3	**5		
Alcalinidad total	143 mg/l de CaCO <sub>3</sub>	148 mg/l de CaCO <sub>3</sub>	128 mg/l de CaCO <sub>3</sub>	112 mg/l de CaCO <sub>3</sub>	50 -200 mg/l CaCO <sub>3</sub>	Volumétrico
Arsénico	0.01 mg/l	0.01 mg/l	No detectado	0.01 mg/l	0.01mg/l	Espectrofotometría de Absorción Atómica
Cloruros	0.03 mg/l	0.04 mg/l	0.03 mg/l	0.04 mg/l	••250 mg/l	Volumétrico
Cloro residual libre	0.9 mg/l	1.0 mg/l	1.0 mg/l	0.5 mg/l	1.1 mg/l	Fotométrico
Dureza total	258 mg/l	262 mg/l	258 mg/l	233 mg/l	500 mg/l	Volumétrico
Hierro total	0.03 mg/l	0.03 mg/l	0.04 mg/l	0.15 mg/l	0.30 mg/l	Fotométrico
Manganeso	0.2 mg/l	No detectado	No detectado	No detectado	0.1 mg/l	Fotométrico
Nitratos	6 mg/l	8 mg/l	5 mg/l	10 mg/l	45 mg/l	Fotométrico

\*Muestra 3: Frente a edificio de Idiomas, \*\*Muestra 5: Contiguo a Biblioteca Central

•• Guía para la calidad del agua potable OMS

**Final Avenida "Los Héroes y Mártires del 30 de Julio". Ciudad Universitaria  
San Salvador, El Salvador CA.**



FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA  
INFORME DE ANALISIS FISICOQUIMICO



<b>Nombre de la muestra:</b> Agua potable		<b>Código de muestra:</b> 3 , 5		<b>Fecha de emisión:</b> 29-10-18				
<b>Procedencia:</b> Facultad de Ciencias y Humanidades				<b>Descripción de la muestra:</b> Líquido transparente incoloro, libre de partículas.				
<b>Dirección:</b> Universidad de El Salvador								
<b>Fecha de Muestreo:</b> 24-09-2018 15-10-2018		<b>Fecha de Análisis:</b> 24:28-09-2018; 15:19-10-2018		<b>Hora de muestreo:</b> 8:17 am; 8:43 am.				
<b>Lugar de análisis:</b> Laboratorio fisicoquímico de aguas, Facultad de Química y Farmacia.								
<b>Referencia:</b> 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, Norma Salvadoreña Agua. Agua Potable, NSO 13.07.01.08, Guía para la calidad del agua potable (Organización Mundial de la Salud).								
Determinaciones	Resultado primera toma de muestra		Resultado segunda toma de muestra		Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01.08 Límites	Método de análisis		
	*3	**5	*3	**5				
Plomo	No detectado	No detectado	0.01 mg/l	No detectado	0.01 mg/l	Espectrofotometría de Absorción Atómica		
Sulfatos	170 mg/l	194 mg/l	122 mg/l	105 mg/l	400 mg/l	Fotométrico		
<b>Observaciones:</b> N/A								
El informe de análisis fisicoquímico corresponde exclusivamente a la muestra analizada								
F.			F.			F.		
	ANALISTA			ANALISTA			SUPERVISOR	
PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL NO AUTORIZADA								

FIN DE INFORME

\*Muestra 3: Frente a edificio de Idiomas, \*\*Muestra 5: Contiguo a Biblioteca Central

Final Avenida "Los Héroes y Mártires del 30 de Julio". Ciudad Universitaria  
San Salvador, El Salvador CA.

3 de 3

Con respecto al análisis realizado, correspondiente a la facultad de ciencias y humanidades; las muestras identificadas con el código 3 y 5 corresponden a las muestras ubicadas frente a edificio de idiomas y contiguo a biblioteca central respectivamente, han sido evaluadas con la norma salvadoreña obligatoria NSO 13.07.01:08 y NSO 13.07.01.99 agua, agua potable , para aquellos parámetros que no están especificados por la norma nacional , se han evaluado con la guía para la calidad del agua potable de la organización mundial de la salud (OMS), como a continuación se detalla:

**Parámetro: COLOR**

**NSO 13.07.01:08: 15 Pt-Co**

Código de muestra	3 :	8.1	<b>cumple</b>
Código de muestra	3 :	0.6	<b>cumple</b>
Código de muestra	5 :	10.6	<b>cumple</b>
Código de muestra	5 :	0.4	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El color del agua puede estar condicionado por la presencia de iones metálicos naturales (Hierro y Manganeso), restos de vegetales, presencia de microorganismos y residuos industriales.

**Parámetro: SABOR**

**NSO 13.07.01:08: No rechazable**

Código de muestra	3 :	No rechazable	<b>cumple</b>
Código de muestra	3 :	No rechazable	<b>cumple</b>
Código de muestra	5 :	No rechazable	<b>cumple</b>
Código de muestra	5 :	No rechazable	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El sabor se encuentra asociado a la temperatura del agua, sustancias como sales

de cobre, zinc o hierro y partículas de cloro que son incorporadas al agua con el objetivo de purificarla.

**Parámetro: OLOR**

**NSO 13.07.01:08: No rechazable**

Código de muestra	3	: No rechazable	<b>cumple</b>
Código de muestra	3	: No rechazable	<b>cumple</b>
Código de muestra	5	: No rechazable	<b>cumple</b>
Código de muestra	5	: No rechazable	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El olor generalmente es producido por vegetación descompuesta, aguas residuales, desechos industriales que producen sustancias volátiles o gaseosas.

**Parámetro: TEMPERATURA**

**NSO 13.07.01:08: No rechazable**

Código de muestra	3	:	28	<b>cumple</b>
Código de muestra	3	:	28	<b>cumple</b>
Código de muestra	5	:	27	<b>cumple</b>
Código de muestra	5	:	26	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

La temperatura influye en la aceptabilidad de algunos otros componentes inorgánicos y contaminantes químicos que pueden afectar al sabor. La temperatura alta del agua potencia la proliferación de microorganismos y puede aumentar los problemas de sabor, olor, color y corrosión.

**Parámetro: CONDUCTIVIDAD**

**NSO 13.07.01:99: 1600 µmhos/cm**

Código de muestra	3	:	746	<b>cumple</b>
-------------------	---	---	-----	---------------

Código de muestra	3 :	716	<b>cumple</b>
Código de muestra	5 :	768	<b>cumple</b>
Código de muestra	5 :	738	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

La conductividad es una medida de la capacidad que tiene el agua para conducir la corriente eléctrica. Está relacionado directamente con la cantidad total de sales presentes en el agua.

**Parámetro: TURBIDEZ**

**NSO 13.07.01:08: 5 UNT**

Código de muestra	3 :	3.2	<b>cumple</b>
Código de muestra	3 :	1.2	<b>cumple</b>
Código de muestra	5 :	0.4	<b>cumple</b>
Código de muestra	5 :	0.4	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El resultado de Turbidez, es proporcional a la cantidad de sólidos en suspensión en el agua y es una opalescencia que le confieren al agua los sólidos suspendidos de tamaño coloidal.

**Parámetro: pH**

**NSO 13.07.01:08: 6.5-8.5 Uni-pH**

Código de muestra	3 :	7.1	<b>cumple</b>
Código de muestra	3 :	7.3	<b>cumple</b>
Código de muestra	5 :	7.1	<b>cumple</b>
Código de muestra	5 :	7.0	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El pH nos indica los iones Hidrógenos libres en el agua, nos da la medida de acidez o alcalinidad de una muestra y este resultado es debido en gran medida a la composición química de ella.

**Parámetro: ALCALINIDAD TOTAL**

**NSO 13.07.01:08: 50 -200 mg/l CaCO<sub>3</sub>**

Código de muestra	3 :	143	<b>cumple</b>
Código de muestra	3 :	128	<b>cumple</b>
Código de muestra	5 :	148	<b>cumple</b>
Código de muestra	5 :	112	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

La alcalinidad es la capacidad del agua para neutralizar ácidos, es debida a la presencia de iones carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, los cuales con componentes normales del agua natural. Por la presencia de iones carbonatos y bicarbonatos la alcalinidad está muy relacionada con la dureza de la misma.

**Parámetro: ARSENICO**

**NSO 13.07.01:08: 0.01mg/l**

Código de muestra	3 :	0.01	<b>cumple</b>
Código de muestra	3 :	No detectado	<b>cumple</b>
Código de muestra	5 :	0.01	<b>cumple</b>
Código de muestra	5 :	0.01	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Metal que se encuentra de manera natural en la corteza terrestre. El Arsénico aparece en niveles altos en los suministros de agua potable, puede ingresar al ambiente de manera natural a través de agua subterránea, minerales, procesos geotérmicos. El arsénico en el agua potable se ha asociado con cánceres de vejiga, piel y pulmón.

**Parámetro: CLORUROS**

**Norma OMS: 250 mg/l**

Código de muestra	3 :	0.03	<b>cumple</b>
Código de muestra	3 :	0.03	<b>cumple</b>
Código de muestra	5 :	0.04	<b>cumple</b>
Código de muestra	5 :	0.04	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Generalmente está presente en aguas naturales. Las altas concentraciones de cloruros se originan en formaciones geológicas (suelos, rocas, etc) que lo contienen. El cloro se aplica como desinfectante químico para aquellas aguas destinadas al consumo humano (utilizado dentro de los límites establecidos).

**Parámetro: CLORO RESIDUAL LIBRE**

**NSO 13.07.01:08: 1.1 mg/l**

Código de muestra	3 :	0.9	<b>cumple</b>
Código de muestra	3 :	1.0	<b>cumple</b>
Código de muestra	5 :	1.0	<b>cumple</b>
Código de muestra	5 :	0.5	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El cloro es la sustancia más usada en el mundo como desinfectante para el agua de consumo humano. El Cloro Residual Libre es el permanente de cloro en el agua después de que parte del añadido reaccione en el proceso de desinfección de ésta.

**Parámetro: DUREZA TOTAL**

**NSO 13.07.01:08: 500 mg/l**

Código de muestra	3 :	258	<b>cumple</b>
Código de muestra	3 :	258	<b>cumple</b>

Código de muestra	5 :	262	<b>cumple</b>
Código de muestra	5 :	233	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

La dureza total se define como la suma de las concentraciones de iones de calcio y magnesio. El grado de dureza, es proporcional a la concentración de sales metálicas presentes y si se exceden los límites permisibles para el agua potable, se pueden presentar problemas cardiovasculares por la cantidad de sales minerales.

**Parámetro: HIERRO TOTAL**

**NSO 13.07.01:08: 0.30 mg/l**

Código de muestra	3 :	0.03	<b>cumple</b>
Código de muestra	3 :	0.04	<b>cumple</b>
Código de muestra	5 :	0.03	<b>cumple</b>
Código de muestra	5 :	0.15	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Es un elemento natural de la corteza terrestre, generalmente se presenta en pequeñas cantidades en los sistemas de aguas naturales y puede ser introducido por los materiales de plomería. Su presencia se nota por el color salobre, el sedimento oxidado, el sabor amargo o metálico.

**Parámetro: MANGANESO**

**NSO 13.07.01:08: 0.1 mg/l**

Código de muestra	3 :	0.2	<b>no cumple</b>
Código de muestra	3 :	No detectado	<b>cumple</b>
Código de muestra	5 :	No detectado	<b>cumple</b>
Código de muestra	5 :	No detectado	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Es un elemento relativamente común en rocas y suelos, en donde están presentes como óxidos e hidróxidos. A mayores cantidades de las establecidas, tiende a acumularse en los sistemas de distribución de agua darle mal sabor a la misma.

**Recomendaciones:**

Filtrar el agua con filtros para sustancias inorgánicas de preferencia aquellos que contengan carbón activado.

Tratamiento de agua con ozono (Lo cual ayuda a la desinfección bacteriana y oxidación de los compuestos orgánicos e inorgánicos).

**Parámetro: NITRATOS****NSO 13.07.01:08: 45 mg/l**

Código de muestra	3 :	6	<b>cumple</b>
Código de muestra	3 :	5	<b>cumple</b>
Código de muestra	5 :	8	<b>cumple</b>
Código de muestra	5 :	10	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Suele estar presente en aguas de uso agrícola, las principales fuentes de nitratos son fertilizantes químicos de las tierras cultivadas, aguas de uso doméstico y el drenaje de corrales. La concentración de nitratos está relacionada con la aparición de algas.

**Parámetro: PLOMO****NSO 13.07.01:08: 0.01 mg/l**

Código de muestra	3 :	No detectado	<b>cumple</b>
Código de muestra	3 :	No detectado	<b>cumple</b>

Código de muestra	5 :	0.01	<b>cumple</b>
Código de muestra	5 :	No detectado	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Las concentraciones elevadas de plomo en agua se deben al plomo proveniente de la atmosfera, actividades industriales, gasolina con plomo, etc. A nivel internacional se clasifica como sustancia potencialmente peligrosa ya que puede producir efectos en la salud como anemia y reducción de la hemoglobina.

**Recomendaciones:**

El uso de filtros para metales, es una de las formas más eficaces para eliminar el plomo del agua y eliminar posibles fuentes de contaminación (todos los sistemas de bombas deben ser eléctricos ya que la gasolina es una fuente de contaminación para plomo).

**Parámetro: SULFATOS**

**NSO 13.07.01:08: 400 mg/l**

Código de muestra	3 :	170	<b>cumple</b>
Código de muestra	3 :	122	<b>cumple</b>
Código de muestra	5 :	194	<b>cumple</b>
Código de muestra	5 :	105	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Los sulfatos abundan en la corteza terrestre y en invierno pueden presentarse en elevadas cantidades a causa de la lixiviación de yeso o sulfato de sodio presente en rocas o por compuestos orgánicos que contienen azufre también forma parte de muchas descargas de residuos industriales.



FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA  
INFORME DE ANALISIS FISICOQUIMICO



<b>Nombre de la muestra:</b> Agua potable	<b>Código de muestra:</b> 4	<b>Fecha de emisión:</b> 29-10-18
<b>Procedencia:</b> Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas		<b>Descripción de la muestra:</b> Líquido transparente incolore, libre de partículas.
<b>Dirección:</b> Universidad de El Salvador		
<b>Fecha de Muestreo:</b> 24-09-2018 15-10-2018	<b>Fecha de Análisis:</b> 24:28-09-2018; 15:19-10-2018	<b>Hora de muestreo:</b> 9:35 am, 8:30 am
<b>Lugar de análisis:</b> Laboratorio fisicoquímico de aguas, Facultad de Química y Farmacia.		
<b>Referencia:</b> 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, Norma Salvadoreña Agua. Agua Potable, NSO 13.07.01.08, Guía para la calidad del agua potable (Organización Mundial de la Salud).		

Determinaciones	Resultado primera toma de muestra	Resultado segunda toma de muestra	Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Límites	Método de análisis
	*4	*4		
Color	2.6 Pt-Co	1.2 Pt-Co	15 Pt-Co	Fotométrico
Sabor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	Sensorial
Olor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	Sensorial
Temperatura	30 °C	27 °C	No rechazable	Directo
Conductividad	753 $\mu$ mhos/cm	693 $\mu$ mhos/cm	• 1600 $\mu$ mhos/cm	Célula de conductividad
Turbidez	0.8 UNT	0.5 UNT	5 UNT	Fotométrico
pH	7.0	7.0	6.0 - 8.5	Potenciométrico

\*Muestra 4: Frente al Auditorium #2, •NSO 13.07.01:99

Final Avenida "Los Héroes y Mártires del 30 de Julio". Ciudad Universitaria  
San Salvador, El Salvador CA.

1 de 3



FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA  
INFORME DE ANALISIS FISICOQUIMICO



<b>Nombre de la muestra:</b> Agua potable		<b>Código de muestra:</b> 4	<b>Fecha de emisión:</b> 29-10-18	
<b>Procedencia:</b> Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas			<b>Descripción de la muestra:</b> Líquido transparente incolore, libre de partículas.	
<b>Dirección:</b> Universidad de El Salvador				
<b>Fecha de Muestreo:</b> 24-09-2018 15-10-2018		<b>Fecha de Análisis:</b> 24:28-09-2018; 15:19-10-2018		<b>Hora de muestreo:</b> 9:35 am, 8:30 am
<b>Lugar de análisis:</b> Laboratorio fisicoquímico de aguas, Facultad de Química y Farmacia.				
<b>Referencia:</b> 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, Norma Salvadoreña Agua. Agua Potable, NSO 13.07.01.08, Guía para la calidad del agua potable (Organización Mundial de la Salud).				
Determinaciones	Resultado primera toma de muestra	Resultado segunda toma de muestra	Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Limites	Método de análisis
	*4	*4		
Alcalinidad total	143 mg/l de CaCO <sub>3</sub>	117 mg/l de CaCO <sub>3</sub>	50 -200 mg/l CaCO <sub>3</sub>	Volumétrico
Arsénico	0.01 mg/l	No detectado	0.01 mg/l	Espectrofotometría de Absorción Atómica
Cloruros	0.04 mg/l	0.02 mg/l	•• 250 mg/l	Volumétrico
Cloro residual libre	1.0 mg/l	1.0 mg/l	1.1 mg/l	Fotométrico
Dureza total	266 mg/l	278 mg/l	500 mg/l	Volumétrico
Hierro total	0.04 mg/l	0.10 mg/l	0.30 mg/l	Fotométrico
Manganeso	0.1 mg/l	0.1 mg/l	0.1 mg/l	Fotométrico
Nitratos	19 mg/l	31 mg/l	45 mg/l	Fotométrico

\*Muestra 4: Frente al Auditorium #2, •• Guía para la calidad del agua potable OMS.


Final Avenida "Los Héroes y Mártires del 30 de Julio". Ciudad Universitaria  
San Salvador, El Salvador CA.

2 de 3



FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA  
INFORME DE ANALISIS FISICOQUIMICO



<b>Nombre de la muestra:</b> Agua potable	<b>Código de muestra:</b> 4	<b>Fecha de emisión:</b> 29-10-18		
<b>Procedencia:</b> Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas		<b>Descripción de la muestra:</b> Líquido transparente incoloro, libre de partículas.		
<b>Dirección:</b> Universidad de El Salvador				
<b>Fecha de Muestreo:</b> 24-09-2018 15-10-2018	<b>Fecha de Análisis:</b> 24:28-09-2018; 15:19-10-2018	<b>Hora de muestreo:</b> 9:35 am, 8:30 am		
<b>Lugar de análisis:</b> Laboratorio fisicoquímico de aguas, Facultad de Química y Farmacia.				
<b>Referencia:</b> 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, Norma Salvadoreña Agua. Agua Potable, NSO 13.07.01.08, Guía para la calidad del agua potable (Organización Mundial de la Salud).				
Determinaciones	Resultado primera toma de muestra	Resultado segunda toma de muestra	Limites	Método de análisis
	*4	*4		
Plomo	No detectado	No detectado	0.01 mg/l	Espectrofotometría de Absorción Atómica
Sulfatos	152 mg/l	131 mg/l	400 mg/l	Fotométrico
<b>Observaciones:</b>				
El informe de análisis fisicoquímico corresponde exclusivamente a la muestra analizada				
F.  ANALISTA	F.  ANALISTA	F.  SUPERVISOR		
PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL NO AUTORIZADA				

FIN DE INFORME

\*Muestra 4: Frente al Auditorium #2

Final Avenida "Los Héroes y Mártires del 30 de Julio". Ciudad Universitaria  
San Salvador, El Salvador CA.

3 de 3

Con respecto al análisis realizado, correspondiente a la facultad de ciencias naturales y matemática; la muestra identificada con el código 4 que pertenece a la muestra ubicada frente al auditorium #2 de dicha facultad, ha sido evaluada con la norma salvadoreña obligatoria NSO 13.07.01:08 y NSO 13.07.01.99 agua, agua potable , para aquellos parámetros que no están especificados por la norma nacional , se han evaluado con la guía para la calidad del agua potable de la organización mundial de la salud (OMS), como a continuación se detalla:

**Parámetro: COLOR**

**NSO 13.07.01:08: 15 Pt-Co**

Código de muestra	4 :	2.6	<b>cumple</b>
Código de muestra	4 :	1.2	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El color del agua puede estar condicionado por la presencia de iones metálicos naturales (Hierro y Manganeso), restos de vegetales, presencia de microorganismos y residuos industriales.

**Parámetro: SABOR**

**NSO 13.07.01:08: No rechazable**

Código de muestra	4 :	No rechazable	<b>cumple</b>
Código de muestra	4 :	No rechazable	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El sabor se encuentra asociado a la temperatura del agua, sustancias como sales de cobre, zinc o hierro y partículas de cloro que son incorporadas al agua con el objetivo de purificarla.

**Parámetro: OLOR**

**NSO 13.07.01:08: No rechazable**

Código de muestra 4 : No rechazable **cumple**

Código de muestra 4 : No rechazable **cumple**

**Fundamento:**

El olor generalmente es producido por vegetación descompuesta, aguas residuales, desechos industriales que producen sustancias volátiles o gaseosas.

**Parámetro: TEMPERATURA**

**NSO 13.07.01:08: No rechazable**

Código de muestra 4 : 30 **cumple**

Código de muestra 4 : 27 **cumple**

**Fundamento:**

La temperatura influye en la aceptabilidad de algunos otros componentes inorgánicos y contaminantes químicos que pueden afectar al sabor. La temperatura alta del agua potencia la proliferación de microorganismos y puede aumentar los problemas de sabor, olor, color y corrosión.

**Parámetro: CONDUCTIVIDAD**

**NSO 13.07.01:99: 1600 µmhos/cm**

Código de muestra 4 : 753 **cumple**

Código de muestra 4 : 693 **cumple**

**Fundamento:**

La conductividad es una medida de la capacidad que tiene el agua para conducir la corriente eléctrica. Está relacionado directamente con la cantidad total de sales presentes en el agua.

**Parámetro: TURBIDEZ**

**NSO 13.07.01:08: 5 UNT**

Código de muestra	4 :	0.8	<b>cumple</b>
Código de muestra	4 :	0.5	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El resultado de Turbidez, es proporcional a la cantidad de sólidos en suspensión en el agua y es una opalescencia que le confieren al agua los sólidos suspendidos de tamaño coloidal.

**Parámetro: pH**

**NSO 13.07.01:08: 6.5-8.5 Uni-pH**

Código de muestra	4 :	7.0	<b>cumple</b>
Código de muestra	4 :	7.0	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El pH nos indica los iones Hidrógenos libres en el agua, nos da la medida de acidez o alcalinidad de una muestra y este resultado es debido en gran medida a la composición química de ella.

**Parámetro: ALCALINIDAD TOTAL**

**NSO 13.07.01:08: 50-200 mg/l CaCO<sub>3</sub>**

Código de muestra	4 :	143	<b>cumple</b>
Código de muestra	4 :	117	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

La alcalinidad es la capacidad del agua para neutralizar ácidos, es debida a la presencia de iones carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, los cuales con componentes normales del agua natural. Por la presencia de iones carbonatos y bicarbonatos la alcalinidad está muy relacionada con la dureza de la misma.

**Parámetro: ARSENICO**

**NSO 13.07.01:08: 0.01mg/l**

Código de muestra 4 : 0.01 **cumple**

Código de muestra 4 : No detectado **cumple**

**Fundamento:**

Metal que se encuentra de manera natural en la corteza terrestre. El Arsénico aparece en niveles altos en los suministros de agua potable, puede ingresar al ambiente de manera natural a través de agua subterránea, minerales, procesos geotérmicos. El arsénico en el agua potable se ha asociado con cánceres de vejiga, piel y pulmón.

**Recomendaciones:**

El arsénico puede ser eliminado por técnicas de purificación de agua que consisten en la coagulación con hierro y aluminio, adsorción por alúmina activa, intercambio iónico y filtración por membrana.

**Parámetro: CLORUROS****Norma OMS: 250 mg/l**

Código de muestra 4 : 0.04 **cumple**

Código de muestra 4 : 0.02 **cumple**

**Fundamento:**

Generalmente está presente en aguas naturales. Las altas concentraciones de cloruros se originan en formaciones geológicas (suelos, rocas, etc) que lo contienen. El cloro se aplica como desinfectante químico para aquellas aguas destinadas al consumo humano (utilizado dentro de los límites establecidos).

**Parámetro: CLORO RESIDUAL LIBRE****NSO 13.07.01:08: 1.1 mg/l**

Código de muestra 4 : 1.0 **cumple**

Código de muestra 4 : 1.0 **cumple**

**Fundamento:**

El cloro es la sustancia más usada en el mundo como desinfectante para el agua de consumo humano. El Cloro Residual Libre es el permanente de cloro en el agua después de que parte del añadido reaccione en el proceso de desinfección de ésta.

**Parámetro: DUREZA TOTAL**

**NSO 13.07.01:08: 500 mg/l**

Código de muestra 4 : 266 **cumple**

Código de muestra 4 : 278 **cumple**

**Fundamento:**

La dureza total se define como la suma de las concentraciones de iones de calcio y magnesio. El grado de dureza, es proporcional a la concentración de sales metálicas presentes y si se exceden los límites permisibles para el agua potable, se pueden presentar problemas cardiovasculares por la cantidad de sales minerales.

**Parámetro: HIERRO TOTAL**

**NSO 13.07.01:08: 0.30 mg/l**

Código de muestra 4 : 0.04 **cumple**

Código de muestra 4 : 0.10 **cumple**

**Fundamento:**

Es un elemento natural de la corteza terrestre, generalmente se presenta en pequeñas cantidades en los sistemas de aguas naturales y puede ser introducido por los materiales de plomería. Su presencia se nota por el color salobre, el sedimento oxidado, el sabor amargo o metálico.

**Parámetro: MANGANESO**

**NSO 13.07.01:08: 0.1 mg/l**

Código de muestra 4 : 0.1 **cumple**

Código de muestra 4 : 0.1 **cumple**

**Fundamento:**

Es un elemento relativamente común en rocas y suelos, en donde están presentes como óxidos e hidróxidos. A mayores cantidades de las establecidas, tiende a acumularse en los sistemas de distribución de agua darle mal sabor a la misma.

**Recomendaciones:**

Filtrar el agua con filtros para sustancias inorgánicas de preferencia aquellos que contengan carbón activado.

Tratamiento de agua con ozono (Lo cual ayuda a la desinfección bacteriana y oxidación de los compuestos orgánicos e inorgánicos).

**Parámetro: NITRATOS**

**NSO 13.07.01:08: 45 mg/l**

Código de muestra 4 : 19 **cumple**

Código de muestra 4 : 31 **cumple**

**Fundamento:**

Suele estar presente en aguas de uso agrícola, las principales fuentes de nitratos son fertilizantes químicos de las tierras cultivadas, aguas de uso doméstico y el drenaje de corrales. La concentración de nitratos está relacionada con la aparición de algas.

**Parámetro: PLOMO**

**NSO 13.07.01:08: 0.01 mg/l**

Código de muestra 4 : No detectado **cumple**

Código de muestra 4 : No detectado **cumple**

**Fundamento:**

Las concentraciones elevadas de plomo en agua se deben al plomo proveniente de la atmosfera, actividades industriales, gasolina con plomo, etc. A nivel internacional se clasifica como sustancia potencialmente peligrosa ya que puede producir efectos en la salud como anemia y reducción de la hemoglobina.

**Parámetro: SULFATOS**

**NSO 13.07.01:08: 400 mg/l**

Código de muestra 4 : 152 **cumple**

Código de muestra 4 : 131 **cumple**

**Fundamento:**

Los sulfatos abundan en la corteza terrestre y en invierno pueden presentarse en elevadas cantidades a causa de la lixiviación de yeso o sulfato de sodio presente en rocas o por compuestos orgánicos que contienen azufre también forma parte de muchas descargas de residuos industriales.



**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**  
**INFORME DE ANALISIS FISICOQUIMICO**



<b>Nombre de la muestra:</b> Agua potable	<b>Código de muestra:</b> 6, 7	<b>Fecha de emisión:</b> 29-10-18
<b>Procedencia:</b> Facultad de Ciencias Económicas		<b>Descripción de la muestra:</b> Líquido transparente incoloro, libre de partículas.
<b>Dirección:</b> Universidad de El Salvador		
<b>Fecha de Muestreo:</b> 24-09-2018 15-10-2018	<b>Fecha de Análisis:</b> 24:28-09-2018; 15:19-10-2018	<b>Hora de muestreo:</b> 9:53 am, 8:52 am.
<b>Lugar de análisis:</b> Laboratorio fisicoquímico de aguas, Facultad de Química y Farmacia.		
<b>Referencia:</b> 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, Norma Salvadoreña Agua. Agua Potable, NSO 13.07.01:08, Guía para la calidad del agua potable (Organización Mundial de la Salud).		

Determinaciones	Resultado primera toma de muestra		Resultado segunda toma de muestra		Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Límites	Método de análisis
	*6	**7	*6	**7		
Color	0.8 Pt-Co	0.7 Pt-Co	0.4 Pt-Co	0.4 Pt-Co	15 Pt-Co	Fotométrico
Sabor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	Sensorial
Olor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	Sensorial
Temperatura	30 °C	31 °C	25 °C	29 °C	No rechazable	Directo
Conductividad	740 μmhos/cm	737 μmhos/cm	747 μmhos/cm	706 μmhos/cm	• 1600 μmhos/cm	Célula de conductividad
Turbidez	1.9 UNT	0.7 UNT	0.2 UNT	0.3 UNT	5 UNT	Fotométrico
pH	6.9	6.9	7.2	7.0	6.0 - 8.5	Potenciométrico

\*Muestra 6: Frente a edificio de colecturía, \*\*Muestra 7: Contiguo al edificio Felipe Peña Mendoza

•NSO 13.07.01:99

**Final Avenida "Los Héroes y Mártires del 30 de Julio". Ciudad Universitaria  
San Salvador, El Salvador CA.**



**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**  
**INFORME DE ANALISIS FISICOQUIMICO**



<b>Nombre de la muestra:</b> Agua potable		<b>Código de muestra:</b> 6, 7		<b>Fecha de emisión:</b> 29-10-18		
<b>Procedencia:</b> Facultad de Ciencias Económicas				<b>Descripción de la muestra:</b> Líquido transparente incolore, libre de partículas.		
<b>Dirección:</b> Universidad de El Salvador						
<b>Fecha de Muestreo:</b> 24-09-2018 15-10-2018		<b>Fecha de Análisis:</b> 24:28-09-2018; 15:19-10-2018		<b>Hora de muestreo:</b> 9:53 am, 8:52 am.		
<b>Lugar de análisis:</b> Laboratorio fisicoquímico de aguas, Facultad de Química y Farmacia.						
<b>Referencia:</b> 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, Norma Salvadoreña Agua. Agua Potable, NSO 13.07.01:08, Guía para la calidad del agua potable (Organización Mundial de la Salud).						
Determinaciones	Resultado primera toma de muestra		Resultado segunda toma de muestra		Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Límites	Método de análisis
	*6	**7	*6	**7		
Alcalinidad total	138 mg/l de CaCO <sub>3</sub>	143 mg/l de CaCO <sub>3</sub>	122 mg/l de CaCO <sub>3</sub>	117 mg/l de CaCO <sub>3</sub>	50 -200 mg/l CaCO <sub>3</sub>	Volumétrico
Arsénico	0.01 mg/l	0.01 mg/l	0.01 mg/l	0.01 mg/l	0.01mg/l	Espectrofotometría de Absorción Atómica
Cloruros	0.04 mg/l	0.04 mg/l	0.04 mg/l	0.03 mg/l	•• 250 mg/l	Volumétrico
Cloro residual libre	1.0 mg/l	1.0 mg/l	1.0 mg/l	1.3 mg/l	1.1 mg/l	Fotométrico
Dureza total	258 mg/l	262 mg/l	249 mg/l	249 mg/l	500 mg/l	Volumétrico
Hierro total	0.04 mg/l	0.04 mg/l	0.03 mg/l	0.05 mg/l	0.30 mg/l	Fotométrico
Manganeso	No detectado	No detectado	No detectado	No detectado	0.1 mg/l	Fotométrico
Nitratos	14 mg/l	6 mg/l	9 mg/l	5 mg/l	45 mg/l	Fotométrico

\*Muestra 6: Frente a edificio de colecturía, \*\*Muestra 7: Contiguo al edificio Felipe Peña Mendoza

•• Guía para la calidad del agua potable OMS

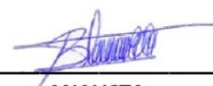
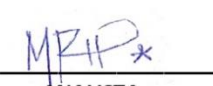

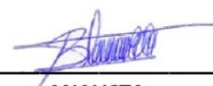
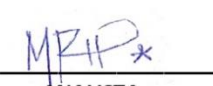

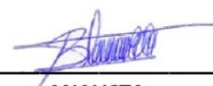
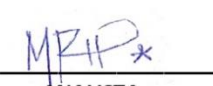

**Final Avenida "Los Héroes y Mártires del 30 de Julio". Ciudad Universitaria  
San Salvador, El Salvador CA.**

2 de 3



FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA  
 INFORME DE ANALISIS FISICOQUIMICO



<b>Nombre de la muestra:</b> Agua potable		<b>Código de muestra:</b> 6, 7		<b>Fecha de emisión:</b> 29-10-18					
<b>Procedencia:</b> Facultad de Ciencias Económicas				<b>Descripción de la muestra:</b> Líquido transparente incoloro, libre de partículas.					
<b>Dirección:</b> Universidad de El Salvador									
<b>Fecha de Muestreo:</b> 24-09-2018 15-10-2018		<b>Fecha de Análisis:</b> 24:28-09-2018; 15:19-10-2018		<b>Hora de muestreo:</b> 9:53 am, 8:52 am.					
<b>Lugar de análisis:</b> Laboratorio fisicoquímico de aguas, Facultad de Química y Farmacia.									
<b>Referencia:</b> 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, Norma Salvadoreña Agua. Agua Potable, NSO 13.07.01.08, Guía para la calidad del agua potable (Organización Mundial de la Salud).									
Determinaciones	Resultado primera toma de muestra		Resultado segunda toma de muestra		Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Límites	Método de análisis			
	*6	**7	*6	**7					
Plomo	No detectado	No detectado	No detectado	No detectado	0.01 mg/l	Espectrofotometría de Absorción Atómica			
Sulfatos	169 mg/l	134 mg/l	97 mg/l	123 mg/l	400 mg/l	Fotométrico			
<b>Observaciones:</b>									
El informe de análisis fisicoquímico corresponde exclusivamente a la muestra analizada									
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 33%;">           F.             ANALISTA         </td> <td style="text-align: center; width: 33%;">           F.             ANALISTA         </td> <td style="text-align: center; width: 33%;">           F.             SUPERVISOR         </td> </tr> </table>							F.  ANALISTA	F.  ANALISTA	F.  SUPERVISOR
F.  ANALISTA	F.  ANALISTA	F.  SUPERVISOR							
<b>PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL NO AUTORIZADA</b>									

FIN DE INFORME

\*Muestra 6: Frente a edificio de colecturía, \*\*Muestra 7: Contiguo al edificio Felipe Peña Mendoza

Final Avenida "Los Héroes y Mártires del 30 de Julio". Ciudad Universitaria  
 San Salvador, El Salvador CA.

Con respecto al análisis realizado, correspondiente a la Facultad de Ciencias Económicas; las muestras identificadas con el código 6 y 7 que pertenecen a las muestras ubicadas frente a edificio de colecturía y contiguo al edificio Felipe Peña Mendoza respectivamente, han sido evaluadas con la norma salvadoreña obligatoria NSO 13.07.01:08 y NSO 13.07.01.99 agua, agua potable; para aquellos parámetros que no están especificados por la norma nacional , se han evaluado con la guía para la calidad del agua potable de la organización mundial de la salud (OMS), como a continuación se detalla:

**Parámetro: COLOR**

**NSO 13.07.01:08: 15 Pt-Co**

Código de muestra	6 :	0.8	<b>cumple</b>
Código de muestra	6 :	0.4	<b>cumple</b>
Código de muestra	7 :	0.7	<b>cumple</b>
Código de muestra	7 :	0.4	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El color del agua puede estar condicionado por la presencia de iones metálicos naturales (Hierro y Manganeso), restos de vegetales, presencia de microorganismos y residuos industriales.

**Parámetro: SABOR**

**NSO 13.07.01:08: No rechazable**

Código de muestra	6 :	No rechazable	<b>cumple</b>
Código de muestra	6 :	No rechazable	<b>cumple</b>
Código de muestra	7 :	No rechazable	<b>cumple</b>
Código de muestra	7 :	No rechazable	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El sabor se encuentra asociado a la temperatura del agua, sustancias como sales

de cobre, zinc o hierro y partículas de cloro que son incorporadas al agua con el objetivo de purificarla.

**Parámetro: OLOR**

**NSO 13.07.01:08: No rechazable**

Código de muestra	6	No rechazable	<b>cumple</b>
Código de muestra	6	No rechazable	<b>cumple</b>
Código de muestra	7	No rechazable	<b>cumple</b>
Código de muestra	7	No rechazable	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El olor generalmente es producido por vegetación descompuesta, aguas residuales, desechos industriales que producen sustancias volátiles o gaseosas.

**Parámetro: TEMPERATURA**

**NSO 13.07.01:08: No rechazable**

Código de muestra	6	30	<b>cumple</b>
Código de muestra	6	25	<b>cumple</b>
Código de muestra	7	31	<b>cumple</b>
Código de muestra	7	29	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

La temperatura influye en la aceptabilidad de algunos otros componentes inorgánicos y contaminantes químicos que pueden afectar al sabor. La temperatura alta del agua potencia la proliferación de microorganismos y puede aumentar los problemas de sabor, olor, color y corrosión.

**Parámetro: CONDUCTIVIDAD**

**NSO 13.07.01:99: 1600 µmhos/cm**

Código de muestra	6	740	<b>cumple</b>
Código de muestra	6	747	<b>cumple</b>

Código de muestra	7 :	737	<b>cumple</b>
Código de muestra	7 :	706	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

La conductividad es una medida de la capacidad que tiene el agua para conducir la corriente eléctrica. Está relacionado directamente con la cantidad total de sales presentes en el agua.

**Parámetro: TURBIDEZ**

**NSO 13.07.01:08: 5 UNT**

Código de muestra	6 :	1.9	<b>cumple</b>
Código de muestra	6 :	0.2	<b>cumple</b>
Código de muestra	7 :	0.7	<b>cumple</b>
Código de muestra	7 :	0.3	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El resultado de Turbidez, es proporcional a la cantidad de sólidos en suspensión en el agua y es una opalescencia que le confieren al agua los sólidos suspendidos de tamaño coloidal.

**Parámetro: pH**

**NSO 13.07.01:08: 6.5-8.5 Uni-pH**

Código de muestra	6 :	6.9	<b>cumple</b>
Código de muestra	6 :	7.2	<b>cumple</b>
Código de muestra	7 :	6.9	<b>cumple</b>
Código de muestra	7 :	7.0	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El pH nos indica los iones Hidrógenos libres en el agua, nos da la medida de

acidez o alcalinidad de una muestra y este resultado es debido en gran medida a la composición química de ella.

**Parámetro: ALCALINIDAD TOTAL**

**NSO 13.07.01:08: 50 -200 mg/l CaCO<sub>3</sub>**

Código de muestra	6 :	138	<b>cumple</b>
Código de muestra	6 :	122	<b>cumple</b>
Código de muestra	7 :	143	<b>cumple</b>
Código de muestra	7 :	117	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

La alcalinidad es la capacidad del agua para neutralizar ácidos, es debida a la presencia de iones carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, los cuales con componentes normales del agua natural. Por la presencia de iones carbonatos y bicarbonatos la alcalinidad está muy relacionada con la dureza de la misma.

**Parámetro: ARSENICO**

**NSO 13.07.01:08: 0.01mg/l**

Código de muestra	6 :	0.01	<b>cumple</b>
Código de muestra	6 :	0.01	<b>cumple</b>
Código de muestra	7 :	0.01	<b>cumple</b>
Código de muestra	7 :	0.01	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Metal que se encuentra de manera natural en la corteza terrestre. El Arsénico aparece en niveles altos en los suministros de agua potable, puede ingresar al ambiente de manera natural a través de agua subterránea, minerales, procesos geotérmicos. El arsénico en el agua potable se ha asociado con cánceres de vejiga, piel y pulmón.

**Recomendaciones:**

El arsénico puede ser eliminado por técnicas de purificación de agua que consisten en la coagulación con hierro y aluminio, adsorción por alúmina activa, intercambio iónico y filtración por membrana.

**Parámetro: CLORUROS****Norma OMS: 250 mg/l**

Código de muestra	6 :	0.04	<b>cumple</b>
Código de muestra	6 :	0.04	<b>cumple</b>
Código de muestra	7 :	0.04	<b>cumple</b>
Código de muestra	7 :	0.03	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Generalmente está presente en aguas naturales. Las altas concentraciones de cloruros se originan en formaciones geológicas (suelos, rocas, etc) que lo contienen. El cloro se aplica como desinfectante químico para aquellas aguas destinadas al consumo humano (utilizado dentro de los límites establecidos).

**Parámetro: CLORO RESIDUAL LIBRE****NSO 13.07.01:08: 1.1 mg/l**

Código de muestra	6 :	1.0	<b>cumple</b>
Código de muestra	6 :	1.0	<b>cumple</b>
Código de muestra	7 :	1.0	<b>cumple</b>
Código de muestra	7 :	1.3	<b>no cumple</b>

**Fundamento:**

El cloro es la sustancia más usada en el mundo como desinfectante para el agua de consumo humano. El Cloro Residual Libre es el permanente de cloro en el agua después de que parte del añadido reaccione en el proceso de desinfección de ésta.

**Parámetro: DUREZA TOTAL**

**NSO 13.07.01:08: 500 mg/l**

Código de muestra	6 :	258	<b>cumple</b>
Código de muestra	6 :	249	<b>cumple</b>
Código de muestra	7 :	262	<b>cumple</b>
Código de muestra	7 :	249	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

La dureza total se define como la suma de las concentraciones de iones de calcio y magnesio. El grado de dureza, es proporcional a la concentración de sales metálicas presentes y si se exceden los límites permisibles para el agua potable, se pueden presentar problemas cardiovasculares por la cantidad de sales minerales.

**Parámetro: HIERRO TOTAL**

**NSO 13.07.01:08: 0.30 mg/l**

Código de muestra	6 :	0.04	<b>cumple</b>
Código de muestra	6 :	0.03	<b>cumple</b>
Código de muestra	7 :	0.04	<b>cumple</b>
Código de muestra	7 :	0.05	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Es un elemento natural de la corteza terrestre, generalmente se presenta en pequeñas cantidades en los sistemas de aguas naturales y puede ser introducido por los materiales de plomería. Su presencia se nota por el color salobre, el sedimento oxidado, el sabor amargo o metálico.

**Parámetro: MANGANESO**

**NSO 13.07.01:08: 0.1 mg/l**

Código de muestra	6 :	No detectado	<b>cumple</b>
-------------------	-----	--------------	---------------

Código de muestra	6 :	No detectado	<b>cumple</b>
Código de muestra	7 :	No detectado	<b>cumple</b>
Código de muestra	7 :	No detectado	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Es un elemento relativamente común en rocas y suelos, en donde están presentes como óxidos e hidróxidos. A mayores cantidades de las establecidas, tiende a acumularse en los sistemas de distribución de agua darle mal sabor a la misma.

**Parámetro: NITRATOS**

**NSO 13.07.01:08: 45 mg/l**

Código de muestra	6 :	14	<b>cumple</b>
Código de muestra	6 :	9	<b>cumple</b>
Código de muestra	7 :	6	<b>cumple</b>
Código de muestra	7 :	5	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Suele estar presente en aguas de uso agrícola, las principales fuentes de nitratos son fertilizantes químicos de las tierras cultivadas, aguas de uso doméstico y el drenaje de corrales. La concentración de nitratos está relacionada con la aparición de algas.

**Parámetro: PLOMO**

**NSO 13.07.01:08: 0.01 mg/l**

Código de muestra	6 :	No detectado	<b>cumple</b>
Código de muestra	6 :	No detectado	<b>cumple</b>
Código de muestra	7 :	No detectado	<b>cumple</b>
Código de muestra	7 :	No detectado	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Las concentraciones elevadas de plomo en agua se deben al plomo proveniente de la atmosfera, actividades industriales, gasolina con plomo, etc. A nivel internacional se clasifica como sustancia potencialmente peligrosa ya que puede producir efectos en la salud como anemia y reducción de la hemoglobina.

**Parámetro: SULFATOS****NSO 13.07.01:08: 400 mg/l**

Código de muestra	6 :	169	<b>cumple</b>
Código de muestra	6 :	134	<b>cumple</b>
Código de muestra	7 :	97	<b>cumple</b>
Código de muestra	7 :	123	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Los sulfatos abundan en la corteza terrestre y en invierno pueden presentarse en elevadas cantidades a causa de la lixiviación de yeso o sulfato de sodio presente en rocas o por compuestos orgánicos que contienen azufre también forma parte de muchas descargas de residuos industriales.



FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA  
 INFORME DE ANALISIS FISICOQUIMICO



<b>Nombre de la muestra:</b> Agua potable	<b>Código de muestra:</b> 8, 9	<b>Fecha de emisión:</b> 29-10-18
<b>Procedencia:</b> Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Sociales		<b>Descripción de la muestra:</b> Líquido transparente incoloro, libre de partículas.
<b>Dirección:</b> Universidad de El Salvador		
<b>Fecha de Muestreo:</b> 24-09-2018, 25-09-2018 15-10-2018.	<b>Fecha de Análisis:</b> 24:28-09-2018; 15:19-10-2018	<b>Hora de muestreo:</b> 10:06 am, 7:32 am, 9:26 am, 9:31 am.
<b>Lugar de análisis:</b> Laboratorio fisicoquímico de aguas, Facultad de Química y Farmacia.		
<b>Referencia:</b> 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, Norma Salvadoreña Agua. Agua Potable, NSO 13.07.01:08, Guía para la calidad del agua potable (Organización Mundial de la Salud).		

Determinaciones	Resultado primera toma de muestra		Resultado segunda toma de muestra		Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Limites	Método de análisis
	*8	**9	*8	**9		
Color	0.8 Pt-Co	No detectado	0.9 Pt-Co	1.2 Pt-Co	15 Pt-Co	Fotométrico
Sabor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	Sensorial
Olor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	Sensorial
Temperatura	31 °C	30 °C	30°C	30 °C	No rechazable	Directo
Conductividad	743 µmhos/cm	764 µmhos/cm	711 µmhos/cm	707 µmhos/cm	• 1600 µmhos/cm	Célula de conductividad
Turbidez	0.4 UNT	0.1 UNT	0.6 UNT	0.3 UNT	5 UNT	Fotométrico
pH	6.9	7.1	6.9	6.9	6.0 - 8.5	Potenciométrico

\*Muestra 8: Frente al parqueo de la facultad de Jurisprudencia, \*\*Muestra 9: En el edificio principal de Jurisprudencia.  
 • NSO 13.07.01:99.

Final Avenida "Los Héroes y Mártires del 30 de Julio". Ciudad Universitaria  
 San Salvador, El Salvador CA.



**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**  
**INFORME DE ANALISIS FISICOQUIMICO**



<b>Nombre de la muestra:</b> Agua potable	<b>Código de muestra:</b> 8, 9	<b>Fecha de emisión:</b> 29-10-18
<b>Procedencia:</b> Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Sociales		<b>Descripción de la muestra:</b> Líquido transparente incoloro, libre de partículas.
<b>Dirección:</b> Universidad de El Salvador		
<b>Fecha de Muestreo:</b> 24-09-2018, 25-09-18 15-10-2018	<b>Fecha de Análisis:</b> 24:28-09-2018; 15:19-10-2018	<b>Hora de muestreo:</b> 10:06 am, 7:32 am, 9:26 am, 9:31 am.
<b>Lugar de análisis:</b> Laboratorio fisicoquímico de aguas, Facultad de Química y Farmacia.		
<b>Referencia:</b> 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, Norma Salvadoreña Agua. Agua Potable, NSO 13.07.01.08, Guía para la calidad del agua potable (Organización Mundial de la Salud).		

Determinaciones	Resultado primera toma de muestra		Resultado segunda toma de muestra		Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Limites	Método de análisis
	*g	**g	*g	**g		
Alcalinidad total	143 mg/l de CaCO <sub>3</sub>	138 mg/l de CaCO <sub>3</sub>	122 mg/l de CaCO <sub>3</sub>	112 mg/l de CaCO <sub>3</sub>	50 -200 mg/l CaCO <sub>3</sub>	Volumétrico
Arsénico	0.01 mg/l	0.01 mg/l	0.01 mg/l	0.01 mg/l	0.01mg/l	Espectrofotometría de Absorción Atómica
Cloruros	0.03 mg/l	0.04 mg/l	0.04 mg/l	0.03 mg/l	•• 250 mg/l	Volumétrico
Cloro residual libre	1.0 mg/l	1.0 mg/l	1.1 mg/l	1.0 mg/l	1.1 mg/l	Fotométrico
Dureza total	254 mg/l	254 mg/l	249 mg/l	254 mg/l	500 mg/l	Volumétrico
Hierro total	0.01 mg/l	0.02 mg/l	0.06 mg/l	0.26 mg/l	0.30 mg/l	Fotométrico
Manganeso	No detectado	No detectado	0.1 mg/l	No detectado	0.1 mg/l	Fotométrico
Nitratos	1 mg/l	8 mg/l	13 mg/l	12 mg/l	45 mg/l	Fotométrico

\*Muestra 8: Frente al parqueo de la facultad de Jurisprudencia, \*\*Muestra 9: En el edificio principal de Jurisprudencia.  
•• Guía para la calidad del agua potable OMS.

**Final Avenida "Los Héroes y Mártires del 30 de Julio". Ciudad Universitaria  
San Salvador, El Salvador CA.**



**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**  
**INFORME DE ANALISIS FISICOQUIMICO**



<b>Nombre de la muestra:</b> Agua potable	<b>Código de muestra:</b> 8 , 9	<b>Fecha de emisión:</b> 29-10-18				
<b>Procedencia:</b> Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Sociales		<b>Descripción de la muestra:</b> Líquido transparente incoloro, libre de partículas.				
<b>Dirección:</b> Universidad de El Salvador						
<b>Fecha de Muestreo:</b> 24-09-2018, 25-09-18 15-10-2018	<b>Fecha de Análisis:</b> 24:28-09-2018; 15:19-10-2018	<b>Hora de muestreo:</b> 10:06 am, 7:32 am, 9:26 am, 9:31 am.				
<b>Lugar de análisis:</b> Laboratorio fisicoquímico de aguas, Facultad de Química y Farmacia.						
<b>Referencia:</b> 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, Norma Salvadoreña Agua. Agua Potable, NSO 13.07.01.08, Guía para la calidad del agua potable (Organización Mundial de la Salud).						
Determinaciones	Resultado primera toma de muestra		Resultado segunda toma de muestra		Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Limites	Método de análisis
	*g	**g	*g	**g		
Plomo	No detectado	No detectado	No detectado	No detectado	0.01 mg/l	Espectrofotometría de Absorción Atómica
Sulfatos	238 mg/l	197 mg/l	109 mg/l	111 mg/l	400 mg/l	Fotométrico
<b>Observaciones:</b> N/A						
<b>El informe de análisis fisicoquímico corresponde exclusivamente a la muestra analizada</b>						
F. 	F. 	F. 				
ANALISTA		ANALISTA		SUPERVISOR		
<b>PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL NO AUTORIZADA</b>						

**FIN DE INFORME**

\*Muestra 8: Frente al parqueo de la facultad de Jurisprudencia, \*\*Muestra 9: En el edificio principal de Jurisprudencia.

**Final Avenida "Los Héroes y Mártires del 30 de Julio". Ciudad Universitaria  
San Salvador, El Salvador CA.**

Con respecto al análisis realizado, correspondiente a la Facultad de Jurisprudencia y Ciencias sociales; las muestras identificadas con el código 8 y 9 que pertenecen a las muestras ubicadas frente al parqueo de la facultad de jurisprudencia y adentro en el edificio principal de la facultad respectivamente, han sido evaluadas con la norma salvadoreña obligatoria NSO 13.07.01:08 y NSO 13.07.01.99 agua, agua potable; para aquellos parámetros que no están especificados por la norma nacional, se han evaluado con la guía para la calidad del agua potable de la organización mundial de la salud (OMS), como a continuación se detalla:

**Parámetro: COLOR**

**NSO 13.07.01:08: 15 Pt-Co**

Código de muestra	8 :	0.8	<b>cumple</b>
Código de muestra	8 :	0.9	<b>cumple</b>
Código de muestra	9 :	No detectado	<b>cumple</b>
Código de muestra	9 :	1.2	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El color del agua puede estar condicionado por la presencia de iones metálicos naturales (Hierro y Manganeso), restos de vegetales, presencia de microorganismos y residuos industriales.

**Parámetro: SABOR**

**NSO 13.07.01:08: No rechazable**

Código de muestra	8 :	No rechazable	<b>cumple</b>
Código de muestra	8 :	No rechazable	<b>cumple</b>
Código de muestra	9 :	No rechazable	<b>cumple</b>
Código de muestra	9 :	No rechazable	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El sabor se encuentra asociado a la temperatura del agua, sustancias como sales de cobre, zinc o hierro y partículas de cloro que son incorporadas al agua con el objetivo de purificarla.

**Parámetro: OLOR**

**NSO 13.07.01:08: No rechazable**

Código de muestra	8	: No rechazable	<b>cumple</b>
Código de muestra	8	: No rechazable	<b>cumple</b>
Código de muestra	9	: No rechazable	<b>cumple</b>
Código de muestra	9	: No rechazable	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El olor generalmente es producido por vegetación descompuesta, aguas residuales, desechos industriales que producen sustancias volátiles o gaseosas.

**Parámetro: TEMPERATURA**

**NSO 13.07.01:08: No rechazable**

Código de muestra	8	:	31	<b>cumple</b>
Código de muestra	8	:	30	<b>cumple</b>
Código de muestra	9	:	30	<b>cumple</b>
Código de muestra	9	:	30	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

La temperatura influye en la aceptabilidad de algunos otros componentes inorgánicos y contaminantes químicos que pueden afectar al sabor. La temperatura alta del agua potencia la proliferación de microorganismos y puede aumentar los problemas de sabor, olor, color y corrosión.

**Parámetro: CONDUCTIVIDAD**

**NSO 13.07.01:99: 1600 µmhos/cm**

Código de muestra	8 :	743	<b>cumple</b>
Código de muestra	8 :	711	<b>cumple</b>
Código de muestra	9 :	764	<b>cumple</b>
Código de muestra	9 :	707	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

La conductividad es una medida de la capacidad que tiene el agua para conducir la corriente eléctrica. Está relacionado directamente con la cantidad total de sales presentes en el agua.

**Parámetro: TURBIDEZ**

**NSO 13.07.01:08: 5 UNT**

Código de muestra	8 :	0.4	<b>cumple</b>
Código de muestra	8 :	0.6	<b>cumple</b>
Código de muestra	9 :	0.1	<b>cumple</b>
Código de muestra	9 :	0.3	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El resultado de Turbidez, es proporcional a la cantidad de sólidos en suspensión en el agua y es una opalescencia que le confieren al agua los sólidos suspendidos de tamaño coloidal.

**Parámetro: pH**

**NSO 13.07.01:08: 6.5-8.5 Uni-pH**

Código de muestra	8 :	6.9	<b>cumple</b>
Código de muestra	8 :	6.9	<b>cumple</b>
Código de muestra	9 :	7.1	<b>cumple</b>
Código de muestra	9 :	6.9	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El pH nos indica los iones Hidrógenos libres en el agua, nos da la medida de acidez o alcalinidad de una muestra y este resultado es debido en gran medida a la composición química de ella.

**Parámetro: ALCALINIDAD TOTAL**

**NSO 13.07.01:08: 50 -200 mg/l CaCO<sub>3</sub>**

Código de muestra	8 :	143	<b>cumple</b>
Código de muestra	8 :	122	<b>cumple</b>
Código de muestra	9 :	138	<b>cumple</b>
Código de muestra	9 :	112	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

La alcalinidad es la capacidad del agua para neutralizar ácidos, es debida a la presencia de iones carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, los cuales con componentes normales del agua natural. Por la presencia de iones carbonatos y bicarbonatos la alcalinidad está muy relacionada con la dureza de la misma.

**Parámetro: ARSENICO**

**NSO 13.07.01:08: 0.01mg/l**

Código de muestra	8 :	0.01	<b>cumple</b>
Código de muestra	8 :	0.01	<b>cumple</b>
Código de muestra	9 :	0.01	<b>cumple</b>
Código de muestra	9 :	0.01	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Metal que se encuentra de manera natural en la corteza terrestre. El Arsénico aparece en niveles altos en los suministros de agua potable, puede ingresar al ambiente de manera natural a través de agua subterránea, minerales, procesos geotérmicos. El arsénico en el agua potable se ha asociado con cánceres de vejiga, piel y pulmón.

**Recomendaciones:**

El arsénico puede ser eliminado por técnicas de purificación de agua que consisten en la coagulación con hierro y aluminio, adsorción por alúmina activa, intercambio iónico y filtración por membrana.

**Parámetro: CLORUROS****Norma OMS: 250 mg/l**

Código de muestra	8 :	0.03	<b>cumple</b>
Código de muestra	8 :	0.04	<b>cumple</b>
Código de muestra	9 :	0.04	<b>cumple</b>
Código de muestra	9 :	0.03	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Generalmente está presente en aguas naturales. Las altas concentraciones de cloruros se originan en formaciones geológicas (suelos, rocas, etc) que lo contienen. El cloro se aplica como desinfectante químico para aquellas aguas destinadas al consumo humano (utilizado dentro de los límites establecidos).

**Parámetro: CLORO RESIDUAL LIBRE****NSO 13.07.01:08: 1.1 mg/l**

Código de muestra	8 :	1.0	<b>cumple</b>
Código de muestra	8 :	1.1	<b>cumple</b>
Código de muestra	9 :	1.0	<b>cumple</b>
Código de muestra	9 :	1.0	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El cloro es la sustancia más usada en el mundo como desinfectante para el agua de consumo humano. El Cloro Residual Libre es el permanente de cloro en el agua después de que parte del añadido reaccione en el proceso de desinfección de ésta.

**Parámetro: DUREZA TOTAL**

**NSO 13.07.01:08: 500 mg/l**

Código de muestra	8 :	254	<b>cumple</b>
Código de muestra	8 :	249	<b>cumple</b>
Código de muestra	9 :	254	<b>cumple</b>
Código de muestra	9 :	254	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

La dureza total se define como la suma de las concentraciones de iones de calcio y magnesio. El grado de dureza, es proporcional a la concentración de sales metálicas presentes y si se exceden los límites permisibles para el agua potable, se pueden presentar problemas cardiovasculares por la cantidad de sales minerales.

**Parámetro: HIERRO TOTAL**

**NSO 13.07.01:08: 0.30 mg/l**

Código de muestra	8 :	0.01	<b>cumple</b>
Código de muestra	8 :	0.06	<b>cumple</b>
Código de muestra	9 :	0.02	<b>cumple</b>
Código de muestra	9 :	0.26	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Es un elemento natural de la corteza terrestre, generalmente se presenta en pequeñas cantidades en los sistemas de aguas naturales y puede ser introducido por los materiales de plomería. Su presencia se nota por el color salobre, el sedimento oxidado, el sabor amargo o metálico.

**Parámetro: MANGANESO**

**NSO 13.07.01:08: 0.1 mg/l**

Código de muestra	8 :	No detectado	<b>cumple</b>
-------------------	-----	--------------	---------------

Código de muestra	8 :	0.1	<b>cumple</b>
Código de muestra	9 :	No detectado	<b>cumple</b>
Código de muestra	9 :	No detectado	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Es un elemento relativamente común en rocas y suelos, en donde están presentes como óxidos e hidróxidos. A mayores cantidades de las establecidas, tiende a acumularse en los sistemas de distribución de agua darle mal sabor a la misma.

**Parámetro: NITRATOS**

**NSO 13.07.01:08: 45 mg/l**

Código de muestra	8 :	1	<b>cumple</b>
Código de muestra	8 :	13	<b>cumple</b>
Código de muestra	9 :	8	<b>cumple</b>
Código de muestra	9 :	12	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Suele estar presente en aguas de uso agrícola, las principales fuentes de nitratos son fertilizantes químicos de las tierras cultivadas, aguas de uso doméstico y el drenaje de corrales. La concentración de nitratos está relacionada con la aparición de algas.

**Parámetro: PLOMO**

**NSO 13.07.01:08: 0.01 mg/l**

Código de muestra	8 :	No detectado	<b>cumple</b>
Código de muestra	8 :	No detectado	<b>cumple</b>
Código de muestra	9 :	No detectado	<b>cumple</b>
Código de muestra	9 :	No detectado	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Las concentraciones elevadas de plomo en agua se deben al plomo proveniente de la atmosfera, actividades industriales, gasolina con plomo, etc. A nivel internacional se clasifica como sustancia potencialmente peligrosa ya que puede producir efectos en la salud como anemia y reducción de la hemoglobina.

**Parámetro: SULFATOS****NSO 13.07.01:08: 400 mg/l**

Código de muestra	8 :	238	<b>cumple</b>
Código de muestra	8 :	109	<b>cumple</b>
Código de muestra	9 :	197	<b>cumple</b>
Código de muestra	9 :	111	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Los sulfatos abundan en la corteza terrestre y en invierno pueden presentarse en elevadas cantidades a causa de la lixiviación de yeso o sulfato de sodio presente en rocas o por compuestos orgánicos que contienen azufre también forma parte de muchas descargas de residuos industriales.



**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**  
**INFORME DE ANALISIS FISICOQUIMICO**



<b>Nombre de la muestra:</b> Agua potable	<b>Código de muestra:</b> 10 , 11	<b>Fecha de emisión:</b> 29-10-18
<b>Procedencia:</b> Facultad de Medicina		<b>Descripción de la muestra:</b> Líquido transparente incoloro, libre de partículas.
<b>Dirección:</b> Universidad de El Salvador		
<b>Fecha de Muestreo:</b> 25-09-2018 15-10-2018	<b>Fecha de Análisis:</b> 24:28-09-2018; 15:19-10-2018	<b>Hora de muestreo:</b> 7:40 am, 7:52 am.
<b>Lugar de análisis:</b> Laboratorio fisicoquímico de aguas, Facultad de Química y Farmacia.		
<b>Referencia:</b> 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, Norma Salvadoreña Agua. Agua Potable, NSO 13.07.01.08, Guía para la calidad del agua potable (Organización Mundial de la Salud).		

Determinaciones	Resultado primera toma de muestra		Resultado segunda toma de muestra		Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Límites	Método de análisis
	*10	**11	*10	**11		
Color	No detectado	0.9 Pt-Co	0.8 Pt-Co	1.0 Pt-Co	15 Pt-Co	Fotométrico
Sabor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	Sensorial
Olor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	Sensorial
Temperatura	26 °C	31 °C	27 °C	30 °C	No rechazable	Directo
Conductividad	768 µmhos/cm	746 µmhos/cm	738 µmhos/cm	710 µmhos/cm	• 1600 µmhos/cm	Célula de conductividad
Turbidez	0.4 UNT	0.1 UNT	0.4 UNT	0.4 UNT	5 UNT	Fotométrico
pH	7.1	6.9	7.1	6.9	6.0 - 8.5	Potenciométrico

\*\*Muestra 10: Contiguo a entrada del Sótano, \*\*Muestra 11: Frente al parqueo de Facultad.

•NSO 13.07.01:99

**Final Avenida "Los Héroes y Mártires del 30 de Julio". Ciudad Universitaria  
San Salvador, El Salvador CA.**

1 de 3



FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA  
INFORME DE ANALISIS FISICOQUIMICO



<b>Nombre de la muestra:</b> Agua potable		<b>Código de muestra:</b> 10 , 11		<b>Fecha de emisión:</b> 29-10-18		
<b>Procedencia:</b> Facultad de Medicina				<b>Descripción de la muestra:</b> Líquido transparente incolore, libre de partículas.		
<b>Dirección:</b> Universidad de El Salvador						
<b>Fecha de Muestreo:</b> 25-09-2018 15-10-2018		<b>Fecha de Análisis:</b> 24:28-09-2018; 15:19-10-2018		<b>Hora de muestreo:</b> 7:40 am, 7:52 am.		
<b>Lugar de análisis:</b> Laboratorio fisicoquímico de aguas, Facultad de Química y Farmacia.						
<b>Referencia:</b> 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, Norma Salvadoreña Agua. Agua Potable, NSO 13.07.01.08, Guía para la calidad del agua potable (Organización Mundial de la Salud).						
Determinaciones	Resultado primera toma de muestra		Resultado segunda toma de muestra		Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Límites	Método de análisis
	*10	**11	*10	**11		
Alcalinidad total	143 mg/l de CaCO <sub>3</sub>	143 mg/l de CaCO <sub>3</sub>	122 mg/l de CaCO <sub>3</sub>	112 mg/l de CaCO <sub>3</sub>	50 -200 mg/l CaCO <sub>3</sub>	Volumétrico
Arsénico	0.02 mg/l	0.01 mg/l	0.02 mg/l	0.01 mg/l	0.01mg/l	Espectrofotometría de Absorción Atómica
Cloruros	0.05 mg/l	0.04 mg/l	0.04 mg/l	0.02 mg/l	•• 250 mg/l	Volumétrico
Cloro residual libre	0.6 mg/l	1.0 mg/l	0.7 mg/l	1.0 mg/l	1.1 mg/l	Fotométrico
Dureza total	245 mg/l	266 mg/l	254 mg/l	254 mg/l	500 mg/l	Volumétrico
Hierro total	0.06 mg/l	0.04 mg/l	0.06 mg/l	0.04 mg/l	0.30 mg/l	Fotométrico
Manganeso	No detectado	No detectado	No detectado	No detectado	0.1 mg/l	Fotométrico
Nitratos	4 mg/l	2 mg/l	25 mg/l	26 mg/l	45 mg/l	Fotométrico

\*\*Muestra 10: Contiguo a entrada del Sótano, \*\*Muestra 11: Frente al parqueo de Facultad.

•• Guía para la calidad del agua potable OMS.

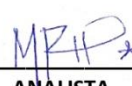


Final Avenida "Los Héroes y Mártires del 30 de Julio". Ciudad Universitaria  
San Salvador, El Salvador CA.

2 de 3



**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA  
INFORME DE ANALISIS FISICOQUIMICO**



<b>Nombre de la muestra:</b> Agua potable		<b>Código de muestra:</b> 10 , 11		<b>Fecha de emisión:</b> 29-10-18		
<b>Procedencia:</b> Facultad de Medicina				<b>Descripción de la muestra:</b> Líquido transparente incoloro, libre de partículas.		
<b>Dirección:</b> Universidad de El Salvador						
<b>Fecha de Muestreo:</b> 24-09-2018 15-10-2018		<b>Fecha de Análisis:</b> 24:28-09-2018; 15:19-10-2018		<b>Hora de muestreo:</b> 7:40 am, 7:52 am.		
<b>Lugar de análisis:</b> Laboratorio fisicoquímico de aguas, Facultad de Química y Farmacia.						
<b>Referencia:</b> 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, Norma Salvadoreña Agua. Agua Potable, NSO 13.07.01.08, Guía para la calidad del agua potable (Organización Mundial de la Salud).						
Determinaciones	Resultado primera toma de muestra		Resultado segunda toma de muestra		Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Límites	Método de análisis
	*10	**11	*10	**11		
Plomo	No detectado	No detectado	0.01 mg/l	No detectado	0.01 mg/l	Espectrofotometría de Absorción Atómica
Sulfatos	152 mg/l	187 mg/l	105 mg/l	112 mg/l	400 mg/l	Fotométrico
<b>Observaciones:</b> N/A						
<b>El informe de análisis fisicoquímico corresponde exclusivamente a la muestra analizada</b>						
F.	 ANALISTA	F.	 ANALISTA	F.	 SUPERVISOR	
<b>PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL NO AUTORIZADA</b>						

**FIN DE INFORME**

\*Muestra 10: Contiguo a entrada del Sótano, \*\*Muestra 11: Frente al parqueo de Facultad.

Final Avenida "Los Héroes y Mártires del 30 de Julio". Ciudad Universitaria  
San Salvador, El Salvador CA.

3 de 3

Con respecto al análisis realizado, correspondiente a la facultad de medicina; las muestras identificadas con el código 10 y 11 que pertenecen a las muestras ubicadas contiguo a entrada del sótano y frente al parqueo de dicha facultad respectivamente, han sido evaluadas con la norma salvadoreña obligatoria NSO 13.07.01:08 y NSO 13.07.01.99 agua, agua potable; para aquellos parámetros que no están especificados por la norma nacional, se han evaluado con la guía para la calidad del agua potable de la organización mundial de la salud (OMS), como a continuación se detalla:

**Parámetro: COLOR**

**NSO 13.07.01:08: 15 Pt-Co**

Código de muestra	10 : No detectado	<b>cumple</b>
Código de muestra	10 : 0.8	<b>cumple</b>
Código de muestra	11 : 0.9	<b>cumple</b>
Código de muestra	11 : 1.0	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El color del agua puede estar condicionado por la presencia de iones metálicos naturales (Hierro y Manganeso), restos de vegetales, presencia de microorganismos y residuos industriales.

**Parámetro: SABOR**

**NSO 13.07.01:08: No rechazable**

Código de muestra	10 : No rechazable	<b>cumple</b>
Código de muestra	10 : No rechazable	<b>cumple</b>
Código de muestra	11 : No rechazable	<b>cumple</b>
Código de muestra	11 : No rechazable	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El sabor se encuentra asociado a la temperatura del agua, sustancias como sales

de cobre, zinc o hierro y partículas de cloro que son incorporadas al agua con el objetivo de purificarla.

**Parámetro: OLOR**

**NSO 13.07.01:08: No rechazable**

Código de muestra	10 :	No rechazable	<b>cumple</b>
Código de muestra	10 :	No rechazable	<b>cumple</b>
Código de muestra	11 :	No rechazable	<b>cumple</b>
Código de muestra	11 :	No rechazable	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El olor generalmente es producido por vegetación descompuesta, aguas residuales, desechos industriales que producen sustancias volátiles o gaseosas.

**Parámetro: TEMPERATURA**

**NSO 13.07.01:08: No rechazable**

Código de muestra	10 :	26	<b>cumple</b>
Código de muestra	10 :	27	<b>cumple</b>
Código de muestra	11 :	31	<b>cumple</b>
Código de muestra	11 :	30	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

La temperatura influye en la aceptabilidad de algunos otros componentes inorgánicos y contaminantes químicos que pueden afectar al sabor. La temperatura alta del agua potencia la proliferación de microorganismos y puede aumentar los problemas de sabor, olor, color y corrosión.

**Parámetro: CONDUCTIVIDAD**

**NSO 13.07.01:99: 1600 µmhos/cm**

Código de muestra	10 :	768	<b>cumple</b>
-------------------	------	-----	---------------

Código de muestra	10 :	738	<b>cumple</b>
Código de muestra	11 :	746	<b>cumple</b>
Código de muestra	11 :	710	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

La conductividad es una medida de la capacidad que tiene el agua para conducir la corriente eléctrica. Está relacionado directamente con la cantidad total de sales presentes en el agua.

**Parámetro: TURBIDEZ**

**NSO 13.07.01:08: 5 UNT**

Código de muestra	10 :	0.4	<b>cumple</b>
Código de muestra	10 :	0.4	<b>cumple</b>
Código de muestra	11 :	0.1	<b>cumple</b>
Código de muestra	11 :	0.4	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El resultado de Turbidez, es proporcional a la cantidad de sólidos en suspensión en el agua y es una opalescencia que le confieren al agua los sólidos suspendidos de tamaño coloidal.

**Parámetro: pH**

**NSO 13.07.01:08: 6.5-8.5 Uni-pH**

Código de muestra	10 :	7.1	<b>cumple</b>
Código de muestra	10 :	7.1	<b>cumple</b>
Código de muestra	11 :	6.9	<b>cumple</b>
Código de muestra	11 :	6.9	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El pH nos indica los iones Hidrógenos libres en el agua, nos da la medida de

acidez o alcalinidad de una muestra y este resultado es debido en gran medida a la composición química de ella.

**Parámetro: ALCALINIDAD TOTAL**

**NSO 13.07.01:08: 50 -200 mg/l CaCO<sub>3</sub>**

Código de muestra	10 :	143	<b>cumple</b>
Código de muestra	10:	122	<b>cumple</b>
Código de muestra	11 :	143	<b>cumple</b>
Código de muestra	11 :	112	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

La alcalinidad es la capacidad del agua para neutralizar ácidos, es debida a la presencia de iones carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, los cuales con componentes normales del agua natural. Por la presencia de iones carbonatos y bicarbonatos la alcalinidad está muy relacionada con la dureza de la misma.

**Parámetro: ARSENICO**

**NSO 13.07.01:08: 0.01mg/l**

Código de muestra	10 :	0.02	<b>no cumple</b>
Código de muestra	10 :	0.02	<b>no cumple</b>
Código de muestra	11 :	0.01	<b>cumple</b>
Código de muestra	11 :	0.01	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Metal que se encuentra de manera natural en la corteza terrestre. El Arsénico aparece en niveles altos en los suministros de agua potable, puede ingresar al ambiente de manera natural a través de agua subterránea, minerales, procesos geotérmicos. El arsénico en el agua potable se ha asociado con cánceres de vejiga, piel y pulmón.

**Recomendaciones:**

El arsénico puede ser eliminado por técnicas de purificación de agua que consisten en la coagulación con hierro y aluminio, adsorción por alúmina activa, intercambio iónico y filtración por membrana.

**Parámetro: CLORUROS****Norma OMS: 250 mg/l**

Código de muestra	10 :	0.05	<b>cumple</b>
Código de muestra	10 :	0.04	<b>cumple</b>
Código de muestra	11 :	0.04	<b>cumple</b>
Código de muestra	11 :	0.02	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Generalmente está presente en aguas naturales. Las altas concentraciones de cloruros se originan en formaciones geológicas (suelos, rocas, etc) que lo contienen. El cloro se aplica como desinfectante químico para aquellas aguas destinadas al consumo humano (utilizado dentro de los límites establecidos).

**Parámetro: CLORO RESIDUAL LIBRE****NSO 13.07.01:08: 1.1 mg/l**

Código de muestra	10 :	0.6	<b>cumple</b>
Código de muestra	10 :	0.7	<b>cumple</b>
Código de muestra	11 :	1.0	<b>cumple</b>
Código de muestra	11 :	1.0	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El cloro es la sustancia más usada en el mundo como desinfectante para el agua de consumo humano. El Cloro Residual Libre es el permanente de cloro en el agua después de que parte del añadido reaccione en el proceso de desinfección de ésta.

**Parámetro: DUREZA TOTAL**

**NSO 13.07.01:08: 500 mg/l**

Código de muestra	10 :	245	<b>cumple</b>
Código de muestra	10 :	254	<b>cumple</b>
Código de muestra	11 :	266	<b>cumple</b>
Código de muestra	11 :	254	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

La dureza total se define como la suma de las concentraciones de iones de calcio y magnesio. El grado de dureza, es proporcional a la concentración de sales metálicas presentes y si se exceden los límites permisibles para el agua potable, se pueden presentar problemas cardiovasculares por la cantidad de sales minerales.

**Parámetro: HIERRO TOTAL**

**NSO 13.07.01:08: 0.30 mg/l**

Código de muestra	10 :	0.06	<b>cumple</b>
Código de muestra	10 :	0.06	<b>cumple</b>
Código de muestra	11 :	0.04	<b>cumple</b>
Código de muestra	11 :	0.04	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Es un elemento natural de la corteza terrestre, generalmente se presenta en pequeñas cantidades en los sistemas de aguas naturales y puede ser introducido por los materiales de plomería. Su presencia se nota por el color salobre, el sedimento oxidado, el sabor amargo o metálico.

**Parámetro: MANGANESO**

**NSO 13.07.01:08: 0.1 mg/l**

Código de muestra	10 :	No detectado	<b>cumple</b>
-------------------	------	--------------	---------------

Código de muestra	10 :	No detectado	<b>cumple</b>
Código de muestra	11 :	No detectado	<b>cumple</b>
Código de muestra	11 :	No detectado	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Es un elemento relativamente común en rocas y suelos, en donde están presentes como óxidos e hidróxidos. A mayores cantidades de las establecidas, tiende a acumularse en los sistemas de distribución de agua darle mal sabor a la misma.

**Parámetro: NITRATOS**

**NSO 13.07.01:08: 45 mg/l**

Código de muestra	10 :	4	<b>cumple</b>
Código de muestra	10 :	25	<b>cumple</b>
Código de muestra	11 :	2	<b>cumple</b>
Código de muestra	11 :	26	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Suele estar presente en aguas de uso agrícola, las principales fuentes de nitratos son fertilizantes químicos de las tierras cultivadas, aguas de uso doméstico y el drenaje de corrales. La concentración de nitratos está relacionada con la aparición de algas.

**Parámetro: PLOMO**

**NSO 13.07.01:08: 0.01 mg/l**

Código de muestra	10 :	No detectado	<b>cumple</b>
Código de muestra	10 :	0.01	<b>cumple</b>
Código de muestra	11 :	No detectado	<b>cumple</b>
Código de muestra	11 :	No detectado	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Las concentraciones elevadas de plomo en agua se deben al plomo proveniente de la atmosfera, actividades industriales, gasolina con plomo, etc. A nivel internacional se clasifica como sustancia potencialmente peligrosa ya que puede producir efectos en la salud como anemia y reducción de la hemoglobina.

**Parámetro: SULFATOS****NSO 13.07.01:08: 400 mg/l**

Código de muestra	10 :	152	<b>cumple</b>
Código de muestra	10 :	105	<b>cumple</b>
Código de muestra	11 :	187	<b>cumple</b>
Código de muestra	11 :	112	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Los sulfatos abundan en la corteza terrestre y en invierno pueden presentarse en elevadas cantidades a causa de la lixiviación de yeso o sulfato de sodio presente en rocas o por compuestos orgánicos que contienen azufre también forma parte de muchas descargas de residuos industriales.



**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**  
**INFORME DE ANALISIS FISICOQUIMICO**



<b>Nombre de la muestra:</b> Agua potable	<b>Código de muestra:</b> 12	<b>Fecha de emisión:</b> 29-10-18
<b>Procedencia:</b> Facultad de Odontología		<b>Descripción de la muestra:</b> Líquido transparente inoloro, libre de partículas.
<b>Dirección:</b> Universidad de El Salvador		
<b>Fecha de Muestreo:</b> 25-09-2018 15-10-2018	<b>Fecha de Análisis:</b> 24:28-09-2018; 15:19-10-2018	<b>Hora de muestreo:</b> 7:57 am, 9:53 am.
<b>Lugar de análisis:</b> Laboratorio fisicoquímico de aguas, Facultad de Química y Farmacia.		
<b>Referencia:</b> 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, Norma Salvadoreña Agua. Agua Potable, NSO 13.07.01:08, Guía para la calidad del agua potable (Organización Mundial de la Salud).		

Determinaciones	Resultado primera toma de muestra	Resultado segunda toma de muestra	Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Límites	Método de análisis
	*12	*12		
Color	0.9 Pt-Co	1.0 Pt-Co	15 Pt-Co	Fotométrico
Sabor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	Sensorial
Olor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	Sensorial
Temperatura	28 °C	26 °C	No rechazable	Directo
Conductividad	801 µmhos/cm	695 µmhos/cm	•1600 µmhos/cm	Célula de conductividad
Turbidez	0.1 UNT	0.5 UNT	5 UNT	Fotométrico
pH	6.8	6.9	6.0 - 8.5	Potenciométrico

\*Muestra 12: Frente al Auditorium; •NSO 13.07.01:99

Final Avenida "Los Héroes y Mártires del 30 de Julio". Ciudad Universitaria  
San Salvador, El Salvador CA.

1 de 3



**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA  
INFORME DE ANALISIS FISICOQUIMICO**



<b>Nombre de la muestra:</b> Agua potable		<b>Código de muestra:</b> 12	<b>Fecha de emisión:</b> 29-10-18	
<b>Procedencia:</b> Facultad de Odontología		<b>Descripción de la muestra:</b> Líquido transparente incoloro, libre de partículas.		
<b>Dirección:</b> Universidad de El Salvador				
<b>Fecha de Muestreo:</b> 25-09-2018 15-10-2018		<b>Fecha de Análisis:</b> 24:28-09-2018; 15:19-10-2018		<b>Hora de muestreo:</b> 7:57 am, 9:53 am.
<b>Lugar de análisis:</b> Laboratorio fisicoquímico de aguas, Facultad de Química y Farmacia.				
<b>Referencia:</b> 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, Norma Salvadoreña Agua. Agua Potable, NSO 13.07.01:08, Guía para la calidad del agua potable (Organización Mundial de la Salud).				
Determinaciones	Resultado primera toma de muestra	Resultado segunda toma de muestra	Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Limites	Método de análisis
	*12	*12		
Alcalinidad total	148 mg/l de CaCO <sub>3</sub>	112 mg/l de CaCO <sub>3</sub>	50 -200 mg/l CaCO <sub>3</sub>	Volumétrico
Arsénico	0.01 mg/l	0.01 mg/l	0.01mg/l	Espectrofotometría de Absorción Atómica
Cloruros	0.05 mg/l	0.03 mg/l	•• 250 mg/l	Volumétrico
Cloro residual libre	0.7 mg/l	0.9 mg/l	1.1 mg/l	Fotométrico
Dureza total	245 mg/l	262 mg/l	500 mg/l	Volumétrico
Hierro total	0.04 mg/l	0.04 mg/l	0.30 mg/l	Fotométrico
Manganeso	0.2 mg/l	No detectado	0.1 mg/l	Fotométrico
Nitratos	2 mg/l	26 mg/l	45 mg/l	Fotométrico

\*Muestra 12: Frente al Auditorium; •• Guía para la calidad del agua potable OMS.

**Final Avenida "Los Héroes y Mártires del 30 de Julio". Ciudad Universitaria  
San Salvador, El Salvador CA.**



FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA  
INFORME DE ANALISIS FISICOQUIMICO



<b>Nombre de la muestra:</b> Agua potable	<b>Código de muestra:</b> 12	<b>Fecha de emisión:</b> 29-10-18
<b>Procedencia:</b> Facultad de Odontología		<b>Descripción de la muestra:</b> Líquido transparente incolore, libre de partículas.
<b>Dirección:</b> Universidad de El Salvador		
<b>Fecha de Muestreo:</b> 25-09-2018 15-10-2018	<b>Fecha de Análisis:</b> 24:28-09-2018; 15:19-10-2018	<b>Hora de muestreo:</b> 7:57 am, 9:53 am.

**Lugar de análisis:** Laboratorio fisicoquímico de aguas, Facultad de Química y Farmacia.

**Referencia:** 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, Norma Salvadoreña Agua. Agua Potable, NSO 13.07.01:08, Guía para la calidad del agua potable (Organización Mundial de la Salud).

Determinaciones	Resultado primera toma de muestra	Resultado segunda toma de muestra	Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Límites	Método de análisis
	*12	*12		
Plomo	No detectado	0.01 mg/l	0.01 mg/l	Espectrofotometría de Absorción Atómica
Sulfatos	106 mg/l	111 mg/l	400 mg/l	Fotométrico

**Observaciones:** N/A

**El informe de análisis fisicoquímico corresponde exclusivamente a la muestra analizada**

F. MPH\*  
ANALISTA

F. [Signature]  
ANALISTA

F. [Signature]  
SUPERVISOR

**PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL NO AUTORIZADA**

**FIN DE INFORME**

\*Muestra 12: Frente al Auditorium.

**Final Avenida "Los Héroes y Mártires del 30 de Julio". Ciudad Universitaria  
San Salvador, El Salvador CA.**

**3 de 3**

Con respecto al análisis realizado, correspondiente a la facultad Odontología; la muestra identificada con el código 12 pertenece a la muestra ubicada frente al auditorium de dicha facultad respectivamente, ha sido evaluada con la norma salvadoreña obligatoria NSO 13.07.01:08 y NSO 13.07.01.99 agua, agua potable; para aquellos parámetros que no están especificados por la norma nacional , se han evaluado con la guía para la calidad del agua potable de la organización mundial de la salud (OMS), como a continuación se detalla:

**Parámetro: COLOR**

**NSO 13.07.01:08: 15 Pt-Co**

Código de muestra	12 :	0.9	<b>cumple</b>
Código de muestra	12 :	1.0	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El color del agua puede estar condicionado por la presencia de iones metálicos naturales (Hierro y Manganeso), restos de vegetales, presencia de microorganismos y residuos industriales.

**Parámetro: SABOR**

**NSO 13.07.01:08: No rechazable**

Código de muestra	12 :	No rechazable	<b>cumple</b>
Código de muestra	12 :	No rechazable	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El sabor se encuentra asociado a la temperatura del agua, sustancias como sales de cobre, zinc o hierro y partículas de cloro que son incorporadas al agua con el objetivo de purificarla.

**Parámetro: OLOR**

**NSO 13.07.01:08: No rechazable**

Código de muestra 12 : No rechazable **cumple**

Código de muestra 12 : No rechazable **cumple**

**Fundamento:**

El olor generalmente es producido por vegetación descompuesta, aguas residuales, desechos industriales que producen sustancias volátiles o gaseosas.

**Parámetro: TEMPERATURA**

**NSO 13.07.01:08: No rechazable**

Código de muestra 12 : 28 **cumple**

Código de muestra 12 : 26 **cumple**

**Fundamento:**

La temperatura influye en la aceptabilidad de algunos otros componentes inorgánicos y contaminantes químicos que pueden afectar al sabor. La temperatura alta del agua potencia la proliferación de microorganismos y puede aumentar los problemas de sabor, olor, color y corrosión.

**Parámetro: CONDUCTIVIDAD**

**NSO 13.07.01:99: 1600 µmhos/cm**

Código de muestra 12 : 801 **cumple**

Código de muestra 12 : 695 **cumple**

**Fundamento:**

La conductividad es una medida de la capacidad que tiene el agua para conducir la corriente eléctrica. Está relacionado directamente con la cantidad total de sales presentes en el agua.

**Parámetro: TURBIDEZ**

**NSO 13.07.01:08: 5 UNT**

Código de muestra	12 :	0.1	<b>cumple</b>
Código de muestra	12 :	0.5	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El resultado de Turbidez, es proporcional a la cantidad de sólidos en suspensión en el agua y es una opalescencia que le confieren al agua los sólidos suspendidos de tamaño coloidal.

**Parámetro: pH**

**NSO 13.07.01:08: 6.5-8.5 Uni-pH**

Código de muestra	12 :	6.8	<b>cumple</b>
Código de muestra	12 :	6.9	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El pH nos indica los iones Hidrógenos libres en el agua, nos da la medida de acidez o alcalinidad de una muestra y este resultado es debido en gran medida a la composición química de ella.

**Parámetro: ALCALINIDAD TOTAL**

**NSO 13.07.01:08: 50-200 mg/l CaCO<sub>3</sub>**

Código de muestra	12 :	148	<b>cumple</b>
Código de muestra	12 :	112	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

La alcalinidad es la capacidad del agua para neutralizar ácidos, es debida a la presencia de iones carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, los cuales con componentes normales del agua natural. Por la presencia de iones carbonatos y bicarbonatos la alcalinidad está muy relacionada con la dureza de la misma.

**Parámetro: ARSENICO**

**NSO 13.07.01:08: 0.01mg/l**

Código de muestra	12 :	0.01	<b>cumple</b>
Código de muestra	12 :	0.01	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Metal que se encuentra de manera natural en la corteza terrestre. El Arsénico aparece en niveles altos en los suministros de agua potable, puede ingresar al ambiente de manera natural a través de agua subterránea, minerales, procesos geotérmicos. El arsénico en el agua potable se ha asociado con cánceres de vejiga, piel y pulmón.

**Recomendaciones:**

El arsénico puede ser eliminado por técnicas de purificación de agua que consisten en la coagulación con hierro y aluminio, adsorción por alúmina activa, intercambio iónico y filtración por membrana.

**Parámetro: CLORUROS****Norma OMS: 250 mg/l**

Código de muestra	12 :	0.05	<b>cumple</b>
Código de muestra	12 :	0.03	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Generalmente está presente en aguas naturales. Las altas concentraciones de cloruros se originan en formaciones geológicas (suelos, rocas, etc) que lo contienen. El cloro se aplica como desinfectante químico para aquellas aguas destinadas al consumo humano (utilizado dentro de los límites establecidos).

**Parámetro: CLORO RESIDUAL LIBRE****NSO 13.07.01:08: 1.1 mg/l**

Código de muestra	12 :	0.7	<b>cumple</b>
-------------------	------	-----	---------------

Código de muestra 12 : 0.9 **cumple**

**Fundamento:**

El cloro es la sustancia más usada en el mundo como desinfectante para el agua de consumo humano. El Cloro Residual Libre es el permanente de cloro en el agua después de que parte del añadido reaccione en el proceso de desinfección de ésta.

**Parámetro: DUREZA TOTAL**

**NSO 13.07.01:08: 500 mg/l**

Código de muestra 12 : 245 **cumple**

Código de muestra 12 : 262 **cumple**

**Fundamento:**

La dureza total se define como la suma de las concentraciones de iones de calcio y magnesio. El grado de dureza, es proporcional a la concentración de sales metálicas presentes y si se exceden los límites permisibles para el agua potable, se pueden presentar problemas cardiovasculares por la cantidad de sales minerales.

**Parámetro: HIERRO TOTAL**

**NSO 13.07.01:08: 0.30 mg/l**

Código de muestra 12 : 0.04 **cumple**

Código de muestra 12 : 0.04 **cumple**

**Fundamento:**

Es un elemento natural de la corteza terrestre, generalmente se presenta en pequeñas cantidades en los sistemas de aguas naturales y puede ser introducido por los materiales de plomería. Su presencia se nota por el color salobre, el sedimento oxidado, el sabor amargo o metálico.

**Parámetro: MANGANESO**

**NSO 13.07.01:08: 0.1 mg/l**

Código de muestra 12 : 0.2 **no cumple**

Código de muestra 12 : No detectado **cumple**

**Fundamento:**

Es un elemento relativamente común en rocas y suelos, en donde están presentes como óxidos e hidróxidos. A mayores cantidades de las establecidas, tiende a acumularse en los sistemas de distribución de agua darle mal sabor a la misma.

**Recomendaciones:**

Filtrar el agua con filtros para sustancias inorgánicas de preferencia aquellos que contengan carbón activado.

Tratamiento de agua con ozono (Lo cual ayuda a la desinfección bacteriana y oxidación de los compuestos orgánicos e inorgánicos).

**Parámetro: NITRATOS**

**NSO 13.07.01:08: 45 mg/l**

Código de muestra 12 : 2 **cumple**

Código de muestra 12 : 26 **cumple**

**Fundamento:**

Suele estar presente en aguas de uso agrícola, las principales fuentes de nitratos son fertilizantes químicos de las tierras cultivadas, aguas de uso doméstico y el drenaje de corrales. La concentración de nitratos está relacionada con la aparición de algas.

**Parámetro: PLOMO**

**NSO 13.07.01:08: 0.01 mg/l**

Código de muestra 12 : No detectado **cumple**

Código de muestra 12 : 0.01 **cumple**

**Fundamento:**

Las concentraciones elevadas de plomo en agua se deben al plomo proveniente de la atmosfera, actividades industriales, gasolina con plomo, etc. A nivel internacional se clasifica como sustancia potencialmente peligrosa ya que puede producir efectos en la salud como anemia y reducción de la hemoglobina.

**Recomendaciones:**

Filtrar el agua con filtros para sustancias inorgánicas de preferencia aquellos que contengan carbón activado.

Tratamiento de agua con ozono (Lo cual ayuda a la desinfección bacteriana y oxidación de los compuestos orgánicos e inorgánicos).

**Parámetro: SULFATOS**

**NSO 13.07.01:08: 400 mg/l**

Código de muestra 12 : 152 **cumple**

Código de muestra 12 : 131 **cumple**

**Fundamento:**

Los sulfatos abundan en la corteza terrestre y en invierno pueden presentarse en elevadas cantidades a causa de la lixiviación de yeso o sulfato de sodio presente en rocas o por compuestos orgánicos que contienen azufre también forma parte de muchas descargas de residuos industriales.



FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA  
INFORME DE ANALISIS FISICOQUIMICO



<b>Nombre de la muestra:</b> Agua potable	<b>Código de muestra:</b> 13	<b>Fecha de emisión:</b> 29-10-18
<b>Procedencia:</b> Facultad de Química y Farmacia		<b>Descripción de la muestra:</b> Líquido transparente incolore, libre de partículas.
<b>Dirección:</b> Universidad de El Salvador		
<b>Fecha de Muestreo:</b> 25-09-2018 15-10-2018	<b>Fecha de Análisis:</b> 24:28-09-2018; 15:19-10-2018	<b>Hora de muestreo:</b> 8:05 am, 10:02 am.
<b>Lugar de análisis:</b> Laboratorio fisicoquímico de aguas, Facultad de Química y Farmacia.		
<b>Referencia:</b> 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, Norma Salvadoreña Agua. Agua Potable, NSO 13.07.01:08, Guía para la calidad del agua potable (Organización Mundial de la Salud).		

Determinaciones	Resultado primera toma de muestra	Resultado segunda toma de muestra	Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Límites	Método de análisis
	*13	*13		
Color	No detectado	No detectado	15 Pt-Co	Fotométrico
Sabor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	Sensorial
Olor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	Sensorial
Temperatura	27 °C	28 °C	No rechazable	Directo
Conductividad	770 $\mu$ mhos/cm	717 $\mu$ mhos/cm	• 1600 $\mu$ mhos/cm	Célula de conductividad
Turbidez	0.1 UNT	0.2 UNT	5 UNT	Fotométrico
pH	6.8	6.9	6.0 - 8.5	Potenciométrico

\*Muestra 13: Entrada al laboratorio de la Facultad; •NSO 13.07.01:99

Final Avenida "Los Héroes y Mártires del 30 de Julio". Ciudad Universitaria  
San Salvador, El Salvador CA.

1 de 3



**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA  
INFORME DE ANALISIS FISICOQUIMICO**



<b>Nombre de la muestra:</b> Agua potable	<b>Código de muestra:</b> 13	<b>Fecha de emisión:</b> 29-10-18
<b>Procedencia:</b> Facultad de Química y Farmacia		<b>Descripción de la muestra:</b> Líquido transparente incoloro, libre de partículas.
<b>Dirección:</b> Universidad de El Salvador		
<b>Fecha de Muestreo:</b> 25-09-2018 15-10-2018	<b>Fecha de Análisis:</b> 24:28-09-2018; 15:19-10-2018	<b>Hora de muestreo:</b> 8:05 am, 10:02 am.
<b>Lugar de análisis:</b> Laboratorio fisicoquímico de aguas, Facultad de Química y Farmacia.		
<b>Referencia:</b> 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, Norma Salvadoreña Agua. Agua Potable, NSO 13.07.01:08, Guía para la calidad del agua potable (Organización Mundial de la Salud).		

Determinaciones	Resultado primera toma de muestra	Resultado segunda toma de muestra	Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Límites	Método de análisis
	*13	*13		
Alcalinidad total	143 mg/l de CaCO <sub>3</sub>	107 mg/l de CaCO <sub>3</sub>	50 -200 mg/l CaCO <sub>3</sub>	Volumétrico
Arsénico	0.02 mg/l	0.01 mg/l	0.01mg/l	Espectrofotometría de Absorción Atómica
Cloruros	0.04 mg/l	0.04 mg/l	••250 mg/l	Volumétrico
Cloro residual libre	No detectado	0.1 mg/l	1.1 mg/l	Fotométrico
Dureza total	245 mg/l	249 mg/l	500 mg/l	Volumétrico
Hierro total	0.02 mg/l	0.05 mg/l	0.30 mg/l	Fotométrico
Manganeso	0.1 mg/l	No detectado	0.1 mg/l	Fotométrico
Nitratos	5 mg/l	13 mg/l	45 mg/l	Fotométrico

\*Muestra 13: Entrada al laboratorio de la Facultad; •• Guía para la calidad del agua potable OMS.

**Final Avenida "Los Héroes y Mártires del 30 de Julio". Ciudad Universitaria  
San Salvador, El Salvador CA.**



FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA  
 INFORME DE ANALISIS FISICOQUIMICO



<b>Nombre de la muestra:</b> Agua potable		<b>Código de muestra:</b> 13		<b>Fecha de emisión:</b> 29-10-18	
<b>Procedencia:</b> Facultad de Química y Farmacia				<b>Descripción de la muestra:</b>	
<b>Dirección:</b> Universidad de El Salvador				Líquido transparente incoloro, libre de partículas.	
<b>Fecha de Muestreo:</b> 25-09-2018 15-10-2018		<b>Fecha de Análisis:</b> 24:28-09-2018; 15:19-10-2018		<b>Hora de muestreo:</b> 8:05 am, 10:02 am.	
<b>Lugar de análisis:</b> Laboratorio fisicoquímico de aguas, Facultad de Química y Farmacia.					
<b>Referencia:</b> 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, Norma Salvadoreña Agua. Agua Potable, NSO 13.07.01:08, Guía para la calidad del agua potable (Organización Mundial de la Salud).					
Determinaciones	Resultado primera toma de muestra	Resultado segunda toma de muestra	Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Límites	Método de análisis	
	*13	*13			
Plomo	No detectado	No detectado	0.01 mg/l	Espectrofotometría de Absorción Atómica	
Sulfatos	107 mg/l	100 mg/l	400 mg/l	Fotométrico	
<b>Observaciones:</b> N/A					
<b>El informe de análisis fisicoquímico corresponde exclusivamente a la muestra analizada</b>					
F.  ANALISTA		F.  ANALISTA		F.  SUPERVISOR	
<b>PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL NO AUTORIZADA</b>					

FIN DE INFORME

\*Muestra 13: Entrada al laboratorio de la Facultad.

Final Avenida "Los Héroes y Mártires del 30 de Julio". Ciudad Universitaria  
 San Salvador, El Salvador CA.

Con respecto al análisis realizado, correspondiente a la Facultad de Química y Farmacia; la muestra identificada con el código 13, pertenece a la muestra ubicada en la entrada al laboratorio de dicha facultad, ha sido evaluada con la norma salvadoreña obligatoria NSO 13.07.01:08 y NSO 13.07.01.99 agua, agua potable; para aquellos parámetros que no están especificados por la norma nacional , se han evaluado con la guía para la calidad del agua potable de la organización mundial de la salud (OMS), como a continuación se detalla:

**Parámetro: COLOR**

**NSO 13.07.01:08: 15 Pt-Co**

Código de muestra 13 : No detectado **cumple**

Código de muestra 13 : No detectado **cumple**

**Fundamento:**

El color del agua puede estar condicionado por la presencia de iones metálicos naturales (Hierro y Manganeso), restos de vegetales, presencia de microorganismos y residuos industriales.

**Parámetro: SABOR**

**NSO 13.07.01:08: No rechazable**

Código de muestra 13 : No rechazable **cumple**

Código de muestra 13 : No rechazable **cumple**

**Fundamento:**

El sabor se encuentra asociado a la temperatura del agua, sustancias como sales de cobre, zinc o hierro y partículas de cloro que son incorporadas al agua con el objetivo de purificarla.

**Parámetro: OLOR**

**NSO 13.07.01:08: No rechazable**

Código de muestra 13 : No rechazable **cumple**

Código de muestra 13 : No rechazable **cumple**

**Fundamento:**

El olor generalmente es producido por vegetación descompuesta, aguas residuales, desechos industriales que producen sustancias volátiles o gaseosas.

**Parámetro: TEMPERATURA**

**NSO 13.07.01:08: No rechazable**

Código de muestra 13 : 27 **cumple**

Código de muestra 13 : 28 **cumple**

**Fundamento:**

La temperatura influye en la aceptabilidad de algunos otros componentes inorgánicos y contaminantes químicos que pueden afectar al sabor. La temperatura alta del agua potencia la proliferación de microorganismos y puede aumentar los problemas de sabor, olor, color y corrosión.

**Parámetro: CONDUCTIVIDAD**

**NSO 13.07.01:99: 1600 µmhos/cm**

Código de muestra 13 : 770 **cumple**

Código de muestra 13 : 717 **cumple**

**Fundamento:**

La conductividad es una medida de la capacidad que tiene el agua para conducir la corriente eléctrica. Está relacionado directamente con la cantidad total de sales presentes en el agua.

**Parámetro: TURBIDEZ**

**NSO 13.07.01:08: 5 UNT**

Código de muestra	13 :	0.1	<b>cumple</b>
Código de muestra	13 :	0.2	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El resultado de Turbidez, es proporcional a la cantidad de sólidos en suspensión en el agua y es una opalescencia que le confieren al agua los sólidos suspendidos de tamaño coloidal.

**Parámetro: pH**

**NSO 13.07.01:08: 6.5-8.5 Uni-pH**

Código de muestra	13 :	6.8	<b>cumple</b>
Código de muestra	13 :	6.9	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El pH nos indica los iones Hidrógenos libres en el agua, nos da la medida de acidez o alcalinidad de una muestra y este resultado es debido en gran medida a la composición química de ella.

**Parámetro: ALCALINIDAD TOTAL**

**NSO 13.07.01:08: 50-200 mg/l CaCO<sub>3</sub>**

Código de muestra	13 :	143	<b>cumple</b>
Código de muestra	13 :	107	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

La alcalinidad es la capacidad del agua para neutralizar ácidos, es debida a la presencia de iones carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, los cuales con componentes normales del agua natural. Por la presencia de iones carbonatos y bicarbonatos la alcalinidad está muy relacionada con la dureza de la misma.

**Parámetro: ARSENICO**

**NSO 13.07.01:08: 0.01mg/l**

Código de muestra	13 :	0.02	<b>no cumple</b>
Código de muestra	13 :	0.01	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Metal que se encuentra de manera natural en la corteza terrestre. El Arsénico aparece en niveles altos en los suministros de agua potable, puede ingresar al ambiente de manera natural a través de agua subterránea, minerales, procesos geotérmicos. El arsénico en el agua potable se ha asociado con cánceres de vejiga, piel y pulmón.

**Recomendaciones:**

El arsénico puede ser eliminado por técnicas de purificación de agua que consisten en la coagulación con hierro y aluminio, adsorción por alúmina activa, intercambio iónico y filtración por membrana.

**Parámetro: CLORUROS**

**Norma OMS: 250 mg/l**

Código de muestra	13 :	0.04	<b>cumple</b>
Código de muestra	13 :	0.04	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Generalmente está presente en aguas naturales. Las altas concentraciones de cloruros se originan en formaciones geológicas (suelos, rocas, etc) que lo contienen. El cloro se aplica como desinfectante químico para aquellas aguas destinadas al consumo humano (utilizado dentro de los límites establecidos).

**Parámetro: CLORO RESIDUAL LIBRE**

**NSO 13.07.01:08: 1.1 mg/l**

Código de muestra	13 :	No detectado	<b>cumple</b>
Código de muestra	13 :	1.0	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El cloro es la sustancia más usada en el mundo como desinfectante para el agua de consumo humano. El Cloro Residual Libre es el permanente de cloro en el agua después de que parte del añadido reaccione en el proceso de desinfección de ésta.

**Parámetro: DUREZA TOTAL**

**NSO 13.07.01:08: 500 mg/l**

Código de muestra	13 :	245	<b>cumple</b>
Código de muestra	13 :	249	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

La dureza total se define como la suma de las concentraciones de iones de calcio y magnesio. El grado de dureza, es proporcional a la concentración de sales metálicas presentes y si se exceden los límites permisibles para el agua potable, se pueden presentar problemas cardiovasculares por la cantidad de sales minerales.

**Parámetro: HIERRO TOTAL**

**NSO 13.07.01:08: 0.30 mg/l**

Código de muestra	13 :	0.02	<b>cumple</b>
Código de muestra	13 :	0.05	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Es un elemento natural de la corteza terrestre, generalmente se presenta en pequeñas cantidades en los sistemas de aguas naturales y puede ser introducido por los materiales de plomería. Su presencia se nota por el color salobre, el sedimento oxidado, el sabor amargo o metálico.

**Parámetro: MANGANESO**

**NSO 13.07.01:08: 0.1 mg/l**

Código de muestra 13 : 0.1 **cumple**

Código de muestra 13 : No detectado **cumple**

**Fundamento:**

Es un elemento relativamente común en rocas y suelos, en donde están presentes como óxidos e hidróxidos. A mayores cantidades de las establecidas, tiende a acumularse en los sistemas de distribución de agua darle mal sabor a la misma.

**Recomendaciones:**

Filtrar el agua con filtros para sustancias inorgánicas de preferencia aquellos que contengan carbón activado.

Tratamiento de agua con ozono (Lo cual ayuda a la desinfección bacteriana y oxidación de los compuestos orgánicos e inorgánicos).

**Parámetro: NITRATOS**

**NSO 13.07.01:08: 45 mg/l**

Código de muestra 13 : 5 **cumple**

Código de muestra 13 : 13 **cumple**

**Fundamento:**

Suele estar presente en aguas de uso agrícola, las principales fuentes de nitratos son fertilizantes químicos de las tierras cultivadas, aguas de uso doméstico y el drenaje de corrales. La concentración de nitratos está relacionada con la aparición de algas.

**Parámetro: PLOMO**

**NSO 13.07.01:08: 0.01 mg/l**

Código de muestra 13 : No detectado **cumple**

Código de muestra 13 : No detectado **cumple**

**Fundamento:**

Las concentraciones elevadas de plomo en agua se deben al plomo proveniente de la atmosfera, actividades industriales, gasolina con plomo, etc. A nivel internacional se clasifica como sustancia potencialmente peligrosa ya que puede producir efectos en la salud como anemia y reducción de la hemoglobina.

**Parámetro: SULFATOS**

**NSO 13.07.01:08: 400 mg/l**

Código de muestra 13 : 107 **cumple**

Código de muestra 13 : 100 **cumple**

**Fundamento:**

Los sulfatos abundan en la corteza terrestre y en invierno pueden presentarse en elevadas cantidades a causa de la lixiviación de yeso o sulfato de sodio presente en rocas o por compuestos orgánicos que contienen azufre también forma parte de muchas descargas de residuos industriales.



**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**  
**INFORME DE ANALISIS FISICOQUIMICO**



<b>Nombre de la muestra:</b> Agua potable	<b>Código de muestra:</b> 14	<b>Fecha de emisión:</b> 29-10-18
<b>Procedencia:</b> Facultad de Ciencias Agronómicas		<b>Descripción de la muestra:</b> Líquido transparente inoloro, libre de partículas.
<b>Dirección:</b> Universidad de El Salvador		
<b>Fecha de Muestreo:</b> 25-09-2018 15-10-2018	<b>Fecha de Análisis:</b> 24:28-09-2018; 15:19-10-2018	<b>Hora de muestreo:</b> 8:19 am, 10:06 am.
<b>Lugar de análisis:</b> Laboratorio fisicoquímico de aguas, Facultad de Química y Farmacia.		
<b>Referencia:</b> 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, Norma Salvadoreña Agua. Agua Potable, NSO 13.07.01.08, Guía para la calidad del agua potable (Organización Mundial de la Salud).		

Determinaciones	Resultado primera toma de muestra	Resultado segunda toma de muestra	Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Límites	Método de análisis
	*14	*14		
Color	No detectado	0.3 Pt-Co	15 Pt-Co	Fotométrico
Sabor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	Sensorial
Olor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	Sensorial
Temperatura	28 °C	27 °C	No rechazable	Directo
Conductividad	779 $\mu$ mhos/cm	738 $\mu$ mhos/cm	• 1600 $\mu$ mhos/cm	Célula de conductividad
Turbidez	0.1 UNT	0.2 UNT	5 UNT	Fotométrico
pH	6.9	6.9	6.0 - 8.5	Potenciométrico

\*Muestra 14: Frente a las aulas (1ra planta de la Facultad); •NSO 13.07.01:99.

**Final Avenida "Los Héroes y Mártires del 30 de Julio". Ciudad Universitaria  
San Salvador, El Salvador CA.**

1 de 3



**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**  
**INFORME DE ANALISIS FISICOQUIMICO**



<b>Nombre de la muestra:</b> Agua potable		<b>Código de muestra:</b> 14	<b>Fecha de emisión:</b> 29-10-18	
<b>Procedencia:</b> Facultad de Ciencias Agronómicas			<b>Descripción de la muestra:</b> Líquido transparente incolore, libre de partículas.	
<b>Dirección:</b> Universidad de El Salvador				
<b>Fecha de Muestreo:</b> 25-09-2018 15-10-2018	<b>Fecha de Análisis:</b> 24:28-09-2018; 15:19-10-2018		<b>Hora de muestreo:</b> 8:19 am, 10:06 am.	
<b>Lugar de análisis:</b> Laboratorio fisicoquímico de aguas, Facultad de Química y Farmacia.				
<b>Referencia:</b> 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, Norma Salvadoreña Agua. Agua Potable, NSO 13.07.01.08, Guía para la calidad del agua potable (Organización Mundial de la Salud).				
Determinaciones	Resultado primera toma de muestra	Resultado segunda toma de muestra	Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Límites	Método de análisis
	*14	*14		
Alcalinidad total	138 mg/l de CaCO <sub>3</sub>	112 mg/l de CaCO <sub>3</sub>	50 -200 mg/l CaCO <sub>3</sub>	Volumétrico
Arsénico	0.02 mg/l	0.02 mg/l	0.01mg/l	Espectrofotometría de Absorción Atómica
Cloruros	0.05 mg/l	0.05 mg/l	•• 250 mg/l	Volumétrico
Cloro residual libre	0.8 mg/l	0.8 mg/l	1.1 mg/l	Fotométrico
Dureza total	245 mg/l	249 mg/l	500 mg/l	Volumétrico
Hierro total	0.01 mg/l	0.02 mg/l	0.30 mg/l	Fotométrico
Manganeso	0.2 mg/l	No detectado	0.1 mg/l	Fotométrico
Nitratos	4 mg/l	21 mg/l	45 mg/l	Fotométrico

\*Muestra 14: Frente a las aulas (1ra planta de la Facultad); •• Guía para la calidad del agua potable OMS

**Final Avenida "Los Héroes y Mártires del 30 de Julio". Ciudad Universitaria  
San Salvador, El Salvador CA.**

2 de 3



FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA  
INFORME DE ANALISIS FISICOQUIMICO



<b>Nombre de la muestra:</b> Agua potable		<b>Código de muestra:</b> 14	<b>Fecha de emisión:</b> 29-10-18	
<b>Procedencia:</b> Facultad de Ciencias Agronómicas			<b>Descripción de la muestra:</b> Líquido transparente incoloro, libre de partículas.	
<b>Dirección:</b> Universidad de El Salvador				
<b>Fecha de Muestreo:</b> 25-09-2018 15-10-2018		<b>Fecha de Análisis:</b> 24:28-09-2018; 15:19-10-2018		<b>Hora de muestreo:</b> 8:19 am, 10:06 am.
<b>Lugar de análisis:</b> Laboratorio fisicoquímico de aguas, Facultad de Química y Farmacia.				
<b>Referencia:</b> 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, Norma Salvadoreña Agua. Agua Potable, NSO 13.07.01.08, Guía para la calidad del agua potable (Organización Mundial de la Salud).				
Determinaciones	Resultado primera toma de muestra	Resultado segunda toma de muestra	Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Limites	Método de análisis
	*14	*14		
Plomo	No detectado	0.01 mg/l	0.01 mg/l	Espectrofotometría de Absorción Atómica
Sulfatos	158 mg/l	101 mg/l	400 mg/l	Fotométrico
<b>Observaciones:</b> N/A				
<b>El informe de análisis fisicoquímico corresponde exclusivamente a la muestra analizada</b>				
F.		F.		F.
	ANALISTA		ANALISTA	SUPERVISOR
<b>PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL NO AUTORIZADA</b>				

FIN DE INFORME

\*Muestra 14: Frente a las aulas (1ra planta de la Facultad)

Final Avenida "Los Héroes y Mártires del 30 de Julio". Ciudad Universitaria  
San Salvador, El Salvador CA.

3 de 3

Con respecto al análisis realizado, correspondiente a la Facultad de Ciencias Agronómicas; la muestra identificada con el código 14 que pertenece a la muestra ubicada frente a las aulas (1ra planta) de dicha facultad, han sido evaluadas con la norma salvadoreña obligatoria NSO 13.07.01:08 y NSO 13.07.01.99 agua, agua potable; para aquellos parámetros que no están especificados por la norma nacional , se han evaluado con la guía para la calidad del agua potable de la organización mundial de la salud (OMS), como a continuación se detalla:

**Parámetro: COLOR**

**NSO 13.07.01:08: 15 Pt-Co**

Código de muestra	14 :	No detectado	<b>cumple</b>
Código de muestra	14 :	0.3	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El color del agua puede estar condicionado por la presencia de iones metálicos naturales (Hierro y Manganeso), restos de vegetales, presencia de microorganismos y residuos industriales.

**Parámetro: SABOR**

**NSO 13.07.01:08: No rechazable**

Código de muestra	14 :	No rechazable	<b>cumple</b>
Código de muestra	14 :	No rechazable	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El sabor se encuentra asociado a la temperatura del agua, sustancias como sales de cobre, zinc o hierro y partículas de cloro que son incorporadas al agua con el objetivo de purificarla.

**Parámetro: OLOR**

**NSO 13.07.01:08: No rechazable**

Código de muestra 14 : No rechazable **cumple**

Código de muestra 14 : No rechazable **cumple**

**Fundamento:**

El olor generalmente es producido por vegetación descompuesta, aguas residuales, desechos industriales que producen sustancias volátiles o gaseosas.

**Parámetro: TEMPERATURA**

**NSO 13.07.01:08: No rechazable**

Código de muestra 14 : 28 **cumple**

Código de muestra 14 : 27 **cumple**

**Fundamento:**

La temperatura influye en la aceptabilidad de algunos otros componentes inorgánicos y contaminantes químicos que pueden afectar al sabor. La temperatura alta del agua potencia la proliferación de microorganismos y puede aumentar los problemas de sabor, olor, color y corrosión.

**Parámetro: CONDUCTIVIDAD**

**NSO 13.07.01:99: 1600  $\mu$ mhos/cm**

Código de muestra 14 : 779 **cumple**

Código de muestra 14 : 738 **cumple**

**Fundamento:**

La conductividad es una medida de la capacidad que tiene el agua para conducir la corriente eléctrica. Está relacionado directamente con la cantidad total de sales presentes en el agua.

**Parámetro: TURBIDEZ**

**NSO 13.07.01:08: 5 UNT**

Código de muestra	14 :	0.1	<b>cumple</b>
Código de muestra	14 :	0.2	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El resultado de Turbidez, es proporcional a la cantidad de sólidos en suspensión en el agua y es una opalescencia que le confieren al agua los sólidos suspendidos de tamaño coloidal.

**Parámetro: pH**

**NSO 13.07.01:08: 6.5-8.5 Uni-pH**

Código de muestra	14 :	6.9	<b>cumple</b>
Código de muestra	14 :	6.9	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El pH nos indica los iones Hidrógenos libres en el agua, nos da la medida de acidez o alcalinidad de una muestra y este resultado es debido en gran medida a la composición química de ella.

**Parámetro: ALCALINIDAD TOTAL**

**NSO 13.07.01:08: 50-200 mg/l CaCO<sub>3</sub>**

Código de muestra	14 :	138	<b>cumple</b>
Código de muestra	14 :	112	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

La alcalinidad es la capacidad del agua para neutralizar ácidos, es debida a la presencia de iones carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, los cuales con componentes normales del agua natural. Por la presencia de iones carbonatos y bicarbonatos la alcalinidad está muy relacionada con la dureza de la misma.

**Parámetro: ARSENICO**

**NSO 13.07.01:08: 0.01mg/l**

Código de muestra	14 :	0.02	<b>no cumple</b>
Código de muestra	14 :	0.02	<b>no cumple</b>

**Fundamento:**

Metal que se encuentra de manera natural en la corteza terrestre. El Arsénico aparece en niveles altos en los suministros de agua potable, puede ingresar al ambiente de manera natural a través de agua subterránea, minerales, procesos geotérmicos. El arsénico en el agua potable se ha asociado con cánceres de vejiga, piel y pulmón.

**Recomendaciones:**

El arsénico puede ser eliminado por técnicas de purificación de agua que consisten en la coagulación con hierro y aluminio, adsorción por alúmina activa, intercambio iónico y filtración por membrana.

**Parámetro: CLORUROS**

**Norma OMS: 250 mg/l**

Código de muestra	14 :	0.05	<b>cumple</b>
Código de muestra	14 :	0.05	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Generalmente está presente en aguas naturales. Las altas concentraciones de cloruros se originan en formaciones geológicas (suelos, rocas, etc) que lo contienen. El cloro se aplica como desinfectante químico para aquellas aguas destinadas al consumo humano (utilizado dentro de los límites establecidos).

**Parámetro: CLORO RESIDUAL LIBRE**

**NSO 13.07.01:08: 1.1 mg/l**

Código de muestra	14 :	0.8	<b>cumple</b>
Código de muestra	14 :	0.8	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

El cloro es la sustancia más usada en el mundo como desinfectante para el agua de consumo humano. El Cloro Residual Libre es el permanente de cloro en el agua después de que parte del añadido reaccione en el proceso de desinfección de ésta.

**Parámetro: DUREZA TOTAL****NSO 13.07.01:08: 500 mg/l**

Código de muestra	14 :	245	<b>cumple</b>
Código de muestra	14 :	249	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

La dureza total se define como la suma de las concentraciones de iones de calcio y magnesio. El grado de dureza, es proporcional a la concentración de sales metálicas presentes y si se exceden los límites permisibles para el agua potable, se pueden presentar problemas cardiovasculares por la cantidad de sales minerales.

**Parámetro: HIERRO TOTAL****NSO 13.07.01:08: 0.30 mg/l**

Código de muestra	14 :	0.01	<b>cumple</b>
Código de muestra	14 :	0.02	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Es un elemento natural de la corteza terrestre, generalmente se presenta en pequeñas cantidades en los sistemas de aguas naturales y puede ser introducido por los materiales de plomería. Su presencia se nota por el color salobre, el sedimento oxidado, el sabor amargo o metálico.

**Parámetro: MANGANESO****NSO 13.07.01:08: 0.1 mg/l**

Código de muestra 14 : 0.2 **no cumple**  
Código de muestra 14 : No detectado **cumple**

**Fundamento:**

Es un elemento relativamente común en rocas y suelos, en donde están presentes como óxidos e hidróxidos. A mayores cantidades de las establecidas, tiende a acumularse en los sistemas de distribución de agua darle mal sabor a la misma.

**Recomendaciones:**

Filtrar el agua con filtros para sustancias inorgánicas de preferencia aquellos que contengan carbón activado.

Tratamiento de agua con ozono (Lo cual ayuda a la desinfección bacteriana y oxidación de los compuestos orgánicos e inorgánicos).

**Parámetro: NITRATOS**

**NSO 13.07.01:08: 45 mg/l**

Código de muestra 14 : 4 **cumple**  
Código de muestra 14 : 21 **cumple**

**Fundamento:**

Suele estar presente en aguas de uso agrícola, las principales fuentes de nitratos son fertilizantes químicos de las tierras cultivadas, aguas de uso doméstico y el drenaje de corrales. La concentración de nitratos está relacionada con la aparición de algas.

**Parámetro: PLOMO**

**NSO 13.07.01:08: 0.01 mg/l**

Código de muestra 14 : No detectado **cumple**  
Código de muestra 14 : 0.01 **cumple**

**Fundamento:**

Las concentraciones elevadas de plomo en agua se deben al plomo proveniente de la atmosfera, actividades industriales, gasolina con plomo, etc. A nivel internacional se clasifica como sustancia potencialmente peligrosa ya que puede producir efectos en la salud como anemia y reducción de la hemoglobina.

**Recomendaciones:**

El uso de filtros para metales, es una de las formas más eficaces para eliminar el plomo del agua y eliminar posibles fuentes de contaminación (todos los sistemas de bombas deben ser eléctricos ya que la gasolina es una fuente de contaminación para plomo).

**Parámetro: SULFATOS****NSO 13.07.01:08: 400 mg/l**

Código de muestra	14 :	158	<b>cumple</b>
Código de muestra	14 :	101	<b>cumple</b>

**Fundamento:**

Los sulfatos abundan en la corteza terrestre y en invierno pueden presentarse en elevadas cantidades a causa de la lixiviación de yeso o sulfato de sodio presente en rocas o por compuestos orgánicos que contienen azufre también forma parte de muchas descargas de residuos industriales.

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

## 5.0 RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

Para llevar a cabo la toma de muestras se investigó el número de estudiantes vigentes para el segundo ciclo año 2018, por cada una de las 9 Facultades de la Universidad de El Salvador, Sede Central (Ver Anexo N° 3); con estos datos y tomando como referencia la Norma Salvadoreña Norma Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, la cual establece que por el tamaño de la población estudiantil se debe tomar como mínimo 1 muestra por cada 5,000 personas (Ver anexo N° 4) y en dos muestreos quincenalmente, se concretó que el total de muestras a evaluar es de 14. La ubicación de los puntos de la toma de muestras se estableció tomando en cuenta la ubicación de los grifos que distribuyen el vital líquido con mayor demanda por parte de los estudiantes universitarios y dando prioridad a aquellos que poseen sistema de purificación del agua (filtro).

La recolección de las muestras se llevó a cabo en frascos de 1000 mL, 2 muestras por cada uno de los 14 puntos muestreados, su identificación (Ver anexo N° 6) se realizó inmediatamente después de recolectada la muestra para evitar confusiones al momento de trasladarlas al laboratorio, las muestras se mantuvieron a una temperatura de 4-10 °C con ayuda de una hielera con el propósito de mantener las características de la muestra para su posterior análisis, ya que debido a las buenas técnicas de recolección y preservación de las muestras se garantiza la exactitud, precisión y representatividad de los resultados de los análisis.

La toma de muestras se debía efectuar en un periodo de 15 días pero esto no fue posible ya que se presentaron problemas climatológicos debido a la época lluviosa en el país, esto ocasiono que la toma de muestras se efectuara en un periodo de 22 días.

Los resultados de los análisis se representan en 2 tomas de muestras (primera y segunda toma de muestra), la primera toma de muestra se efectuó a finales del mes de Septiembre y la segunda toma de muestras se llevó a cabo a mediados

del mes de Octubre, la codificación de las muestras para su identificación se presentan en la siguiente cuadro:

Cuadro N° 1: Codificación de la recolección de muestras y su ubicación

<b>FACULTAD</b>	<b>CODIGO DE MUESTRA</b>	<b>UBICACION</b>	<b>DESCRIPCION DEL ENTORNO DEL PUNTO DE MUESTREO</b>
<b>Facultad de Ingeniería y Arquitectura</b>	1	Frente a la biblioteca de la Facultad.	El grifo está rodeado de los edificios que funcionan como aulas, no presenta base está directamente en contacto con el suelo.
	2	Frente a edificio B de la Facultad.	Ubicado en el área verde en su base de metal, rodeado de bloques de cemento; se observó depósitos de agua estancados a sus alrededores
<b>Facultad de Ciencias y Humanidades</b>	3	Frente a edificio de Idiomas.	Grifo con lavamanos rodeado de árboles frente a cancha de básquetbol.
<b>Facultad de Ciencias Naturales y Matemática</b>	4	Frente al Auditorium #2	En zona verde rodeado de árboles y edificios; con base de cemento.
<b>Facultad de Ciencias y Humanidades</b>	5	Contiguo a Biblioteca Central.	Grifo rodeado de áreas verde instalado en una base de cemento; se observó mucha humedad en las cercanías del grifo lo cual ha provocado el deterioro de la puerta de metal que resguarda el filtro.
<b>Facultad de Ciencias Económicas</b>	6	Frente a edificio de colecturía.	Grifo ubicado entre colecturía y las aulas de la facultad, está ubicado sobre una base de cemento y rodeado de árboles.
	7	Contiguo al edificio Felipe Peña Mendoza	Colocados en la parte exterior de los baños y protegidos de la luz solar y posee un lavamanos como base.
<b>Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Sociales</b>	8	En el parqueo de la entrada principal de la facultad.	Grifo ubicado en área verde cerca de la entrada de la facultad rodeado de plantas.
	9	Adentro del edificio principal de la facultad.	Ubicado en el interior del edificio en una pequeña are verde,

Cuadro N° 1: Continuación.

			sobre una base de cemento se observó mucha humedad a su alrededor y cercano a su ubicación los baños de la facultad.
<b>Facultad de Medicina</b>	10	Contiguo a entrada del Sótano,	El grifo está cercano a los servicios sanitarios de la facultad y rodeado de pequeñas zonas verdes.
	11	Parqueo ubicado a un costado de la entrada principal de la Facultad	Grifo ubicado frente a plaza Salvador Allende en el parqueo de la facultad, bajo sombra cerca de árboles por lo que se observó bastante vegetación seca a su alrededor
<b>Facultad de Odontología</b>	12	Frente al Auditorium	El grifo se encuentra en el área verde de la facultad a sus alrededores no se observa ninguna posible fuente de contaminación del agua.
<b>Facultad de Química y Farmacia</b>	13	Frente a biblioteca y entrada principal del laboratorio de la Facultad	Grifo con filtro instalado a un costado del laboratorio Físicoquímico de aguas de la Facultad y del área asignada para práctica de laboratorio además en la parte baja de dicho edificio se encuentra la bodega de reactivos de la facultad.
<b>Facultad de Ciencias Agronómicas</b>	14	A un costado del laboratorio de Agronomía, frente a las aulas (Edificio principal de la Facultad 1ra planta)	Frente a las aulas y cercano al laboratorio de dicha facultad en el cual se llevan a cabo los análisis de diferentes elementos como es el Plomo y el Arsénico así como otras prácticas de laboratorio realizadas por los estudiantes.

Los resultados se compararon con los límites establecidos por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, (Ver Anexo N° 15) Agua. Agua potable, y la Guía para la calidad del agua potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para Cloruros (Ver Anexo N°16). Los resultados obtenidos se detallan en las siguientes tablas:

Tabla N° 4. Resultados de primera y segunda toma de muestras de las 9 Facultades. Parámetro: Color.

Parámetro	Método	Equipo
Color	Cobalto-platino	Fotómetro Lamotte TC3000
Resultados		
Muestra	1ra toma de muestras	2da toma de muestras
1	1.3 Pt-Co	1.9 Pt-Co
2	No detectado	No detectado
3	8.1	0.6
4	2.6	1.2
5	10.6	0.4
6	0.8	0.4
7	0.7	0.4
8	No detectado	0.9
9	0.8	1.2
10	No detectado	0.8
11	0.9	1.0
12	0.9	1.0
13	No detectado	No detectado
14	No detectado	0.3
Límite Máximo Permissible		15 Pt-Co

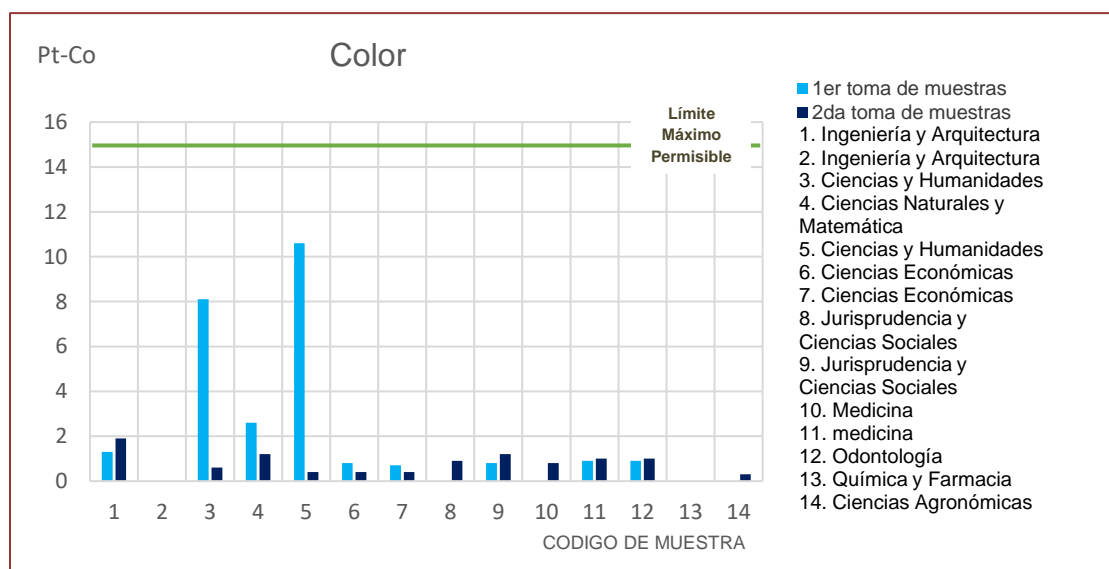


Figura N° 6 Gráfico de resultados de color verdadero comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable.

En la tabla 4, se presentan los resultados de las 14 muestras analizadas y estas poseen valores menores a 5 unidades de cobalto-platino o no se detecta color (ND) lo que hace referencia que la presencia de materia orgánica como iones metálicos, naturales y humus es baja; estos resultados evidencian que los valores obtenidos están por debajo del límite máximo permisible por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable que establece que es de 15 Pt-Co <sup>(5)</sup>.

Tabla N° 5. Resultados de primera y segunda toma de muestras en las 9 Facultades. Parámetro: Sabor.

Parámetro	Método	Equipo
Sabor	Sensorial	N/A
Resultados		
Muestra	1ra toma de muestras	2da toma de muestras
1	No rechazable	No rechazable
2	No rechazable	No rechazable
3	No rechazable	No rechazable
4	No rechazable	No rechazable
5	No rechazable	No rechazable
6	No rechazable	No rechazable
7	No rechazable	No rechazable
8	No rechazable	No rechazable
9	No rechazable	No rechazable
10	No rechazable	No rechazable
11	No rechazable	No rechazable
12	No rechazable	No rechazable
13	No rechazable	No rechazable
14	No rechazable	No rechazable
Límite Máximo Permisible		No rechazable

En la Tabla N° 5, se presentan los resultados obtenidos del parámetro sabor, en donde el agua no presenta alteración que modifique su sabor, por lo que es apta

para el consumo. Siendo conforme con el límite máximo permisible que establece la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable. <sup>(5)</sup>

Tabla N° 6. Resultados de la primera y segunda toma de muestras en las 9 Facultades. Parámetro: olor.

Parámetro	Método	Equipo
Olor	Sensorial	N/A
Resultados		
Muestra	1ra toma de muestras	2da toma de muestras
1	No rechazable	No rechazable
2	No rechazable	No rechazable
3	No rechazable	No rechazable
4	No rechazable	No rechazable
5	No rechazable	No rechazable
6	No rechazable	No rechazable
7	No rechazable	No rechazable
8	No rechazable	No rechazable
9	No rechazable	No rechazable
10	No rechazable	No rechazable
11	No rechazable	No rechazable
12	No rechazable	No rechazable
13	No rechazable	No rechazable
14	No rechazable	No rechazable
Límite Máximo Permisible		No rechazable

Los resultados obtenidos en las dos tomas de muestras para la determinación de sabor. En todas las muestras que se presentan en la Tabla N° 6 fueron no rechazables, se debe tomar en cuenta que el olor interviene en la percepción sensorial del sabor, por lo que está en conformidad al valor máximo permisible no rechazable; recomendado por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable <sup>(5)</sup>.

Tabla N° 7. Resultados de la primera y segunda toma de muestras de las 9 Facultades. Parámetro: temperatura.

Parámetro	Método	Equipo
Temperatura	Directo	Termómetro
Resultados		
Muestra	1ra toma de muestras	2da toma de muestras
1	30 °C	30 °C
2	26	25
3	28	28
4	30	27
5	27	26
6	30	25
7	31	29
8	31	30
9	30	30
10	26	27
11	31	30
12	28	26
13	27	28
14	28	27
Límite Máximo Permissible		No rechazable

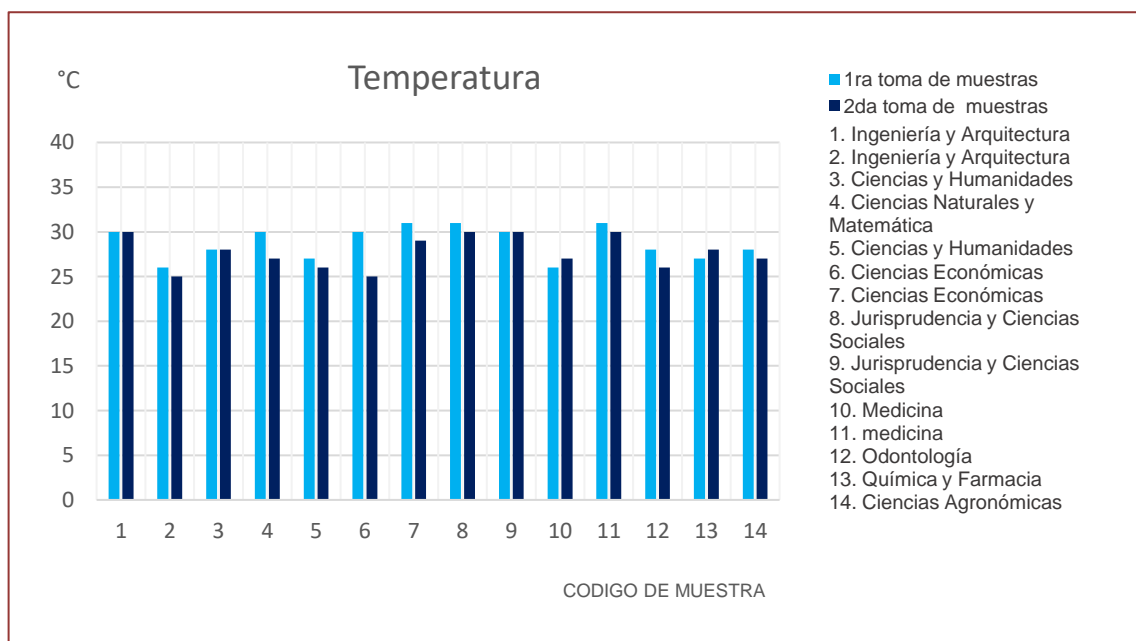


Figura N° 7 Gráfico de resultados de temperatura comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable.

En la Tabla N° 7, se presentan los resultados obtenidos en las dos tomas de muestras para la determinación de temperatura, los valores están dentro del rango de 26-31 °C, por lo que la temperatura esta dentro del límite máximo permisible por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, No rechazable <sup>(5)</sup>; ya que el agua fría presenta un sabor agradable en comparación con el agua tibia; además temperaturas muy altas aumenta los problemas de sabor, olor, color y corrosión <sup>(3)</sup>.

Tabla N° 8. Resultados de la primera y segunda toma de muestras de las 9 Facultades. Parámetro: conductividad.

Parámetro	Método	Equipo
Conductividad	Célula de conductividad	Thermo Scientific Orion Versa Star Pro.
Resultados		
Muestra	1ra toma de muestras	2da toma de muestras
1	722 μmhos/cm 25°C	703 μmhos/cm 25.1°C
2	785 25°C	747 25°C
3	740 25°C	667 25.1°C
4	753 25°C	693 25°C
5	746 25.1°C	716 24.9°C
6	740 25°C	747 25°C
7	737 25°C	706 25.1°C
8	743 24.9°C	711 25.1°C
9	764 24.9°C	707 25.1°C
10	768 25.1°C	738 25°C
11	746 25°C	710 25°C
12	801 24.9°C	695 25°C
13	770 25.1°C	717 25.1°C
14	779 25.1°C	738 25.1°C
Límite Máximo Permisible		500-1600 μmhos/cm

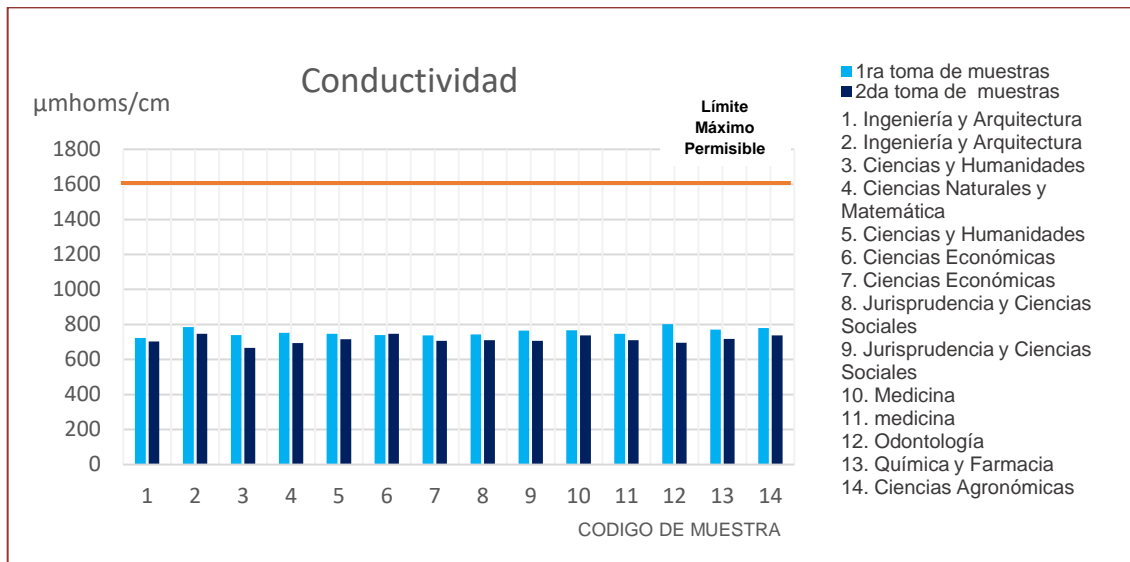


Figura N° 8 Gráfico de resultados de conductividad comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:99, Agua. Agua potable.

En la Tabla N° 8, se presentan los resultados obtenidos en las dos recolecciones de muestras para la determinación de conductividad, los valores obtenidos en las 14 muestras están en conformidad con el límite máximo permisible por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:99, Agua. Agua potable, la que establece que la conductividad se puede encontrar en valores normales hasta 1600 µmhoms/cm a 25°C debido a que en cuanto mayor sea el valor de la conductividad eléctrica mayor es el número de sales disueltas por lo que podría verse afectado el sabor del agua.

Tabla N° 9: Resultados de primera y segunda toma de muestras en las 9 Facultades. Parámetro: turbidez.

Parámetro	Método	Equipo
Turbidez	Nefelométrico	Fotómetro Lamotte TC3000
Resultados		
Muestra	1er toma de muestras	2da toma de muestras
1	2	No detectado
2	2	No detectado

Continuación de Tabla N° 9

3	3	No detectado
4	1	1 UNT
5	1	No detectado
6	2	No detectado
7	1	No detectado
8	No detectado	1
9	No detectado	No detectado
10	No detectado	No detectado
11	No detectado	No detectado
12	No detectado	No detectado
13	No detectado	No detectado
14	No detectado	No detectado
<b>Límite Máximo Permissible</b>		<b>5 UNT</b>

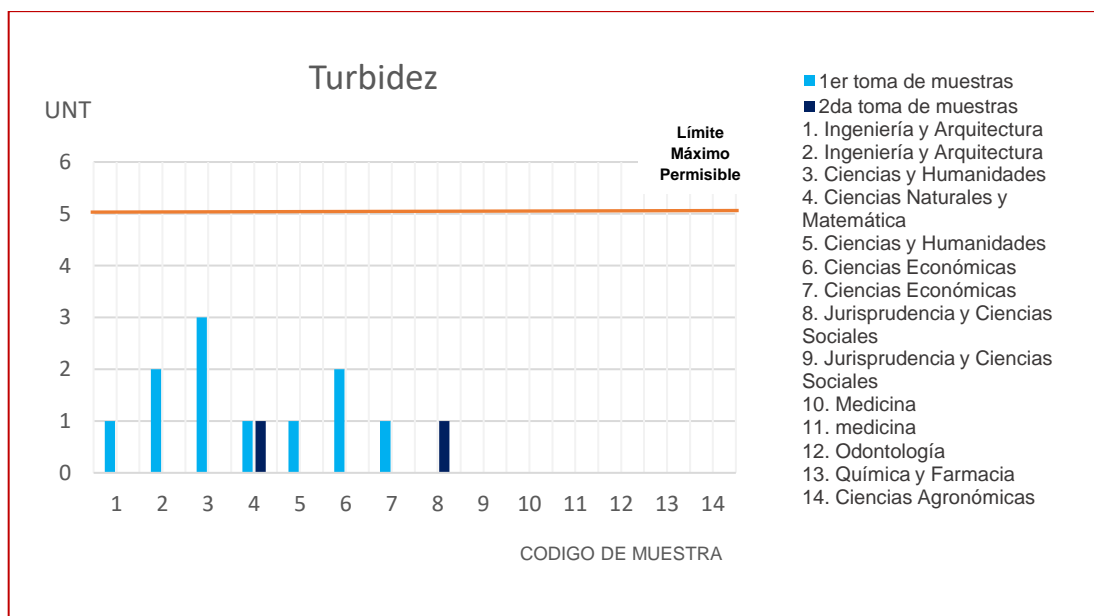


Figura N° 9 Gráfico de resultados de turbidez comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable.

En la Tabla N° 9, se presentan los resultados obtenidos en las dos recolecciones de muestras para la determinación de turbidez, los valores obtenidos en las 14 muestras están en conformidad con el límite máximo permisible por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, que establece que la turbidez del agua debe encontrarse en valores menores de 5 UNT <sup>(5)</sup>.

Tabla N° 10. Resultados de primera y segunda toma de muestras de las 9 Facultades. Parámetro: pH.

Parámetro	Método	Equipo
pH	Potenciométrico	Thermo Scientific Orion Versa Star Pro
Resultados		
Muestra	1er toma de muestras	2da toma de muestras
1	7.1    25.1 °C	7.0    25.1 °C
2	6.9    25.1 °C	6.9    25.1 °C
3	7.1    25.0 °C	7.3    25.1 °C
4	7.0    25.0 °C	7.0    25.1 °C
5	7.1    24.9 °C	7.0    25.1 °C
6	6.9    25.0 °C	7.2    25.1 °C
7	6.9    25.1 °C	7.0    24.9 °C
8	6.9    25.1 °C	6.9    25.1 °C
9	7.1    25.1 °C	6.9    24.9 °C
10	7.1    25.0 °C	7.1    25.1 °C
11	6.9    25.0 °C	6.9    25.1 °C
12	6.8    25.1 °C	6.9    25.1 °C
13	6.8    24.9 °C	6.9    24.9 °C
14	6.9    25.1 °C	6.9    25.0 °C
Límite Máximo Permissible		6.0 - 8.5

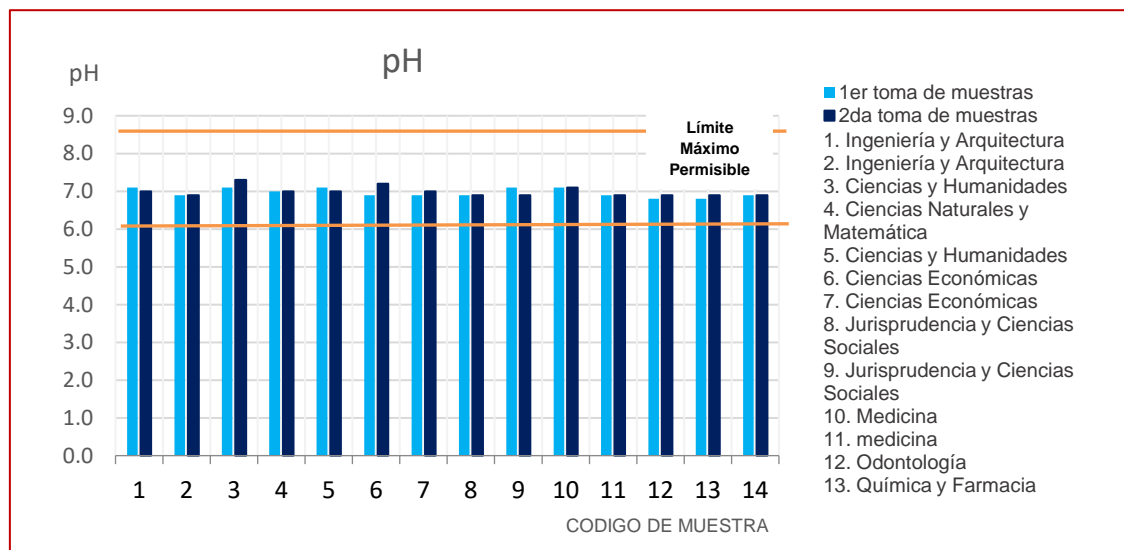


Figura N° 10 Grafico de resultados de pH comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable.

En la Tabla N° 10 se presentan los resultados obtenidos en las dos tomas de muestras para la determinación de pH, los valores obtenidos en las 14 muestras están conformes al límite máximo permisible por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, que establece que el pH debe encontrarse dentro del rango de 6 a 8.5 <sup>(5)</sup>. El agua potable se encuentra en valores desde 6.8 a 7.2 por lo que se considera levemente acida lo que probablemente puede estar ocasionado a la presencia de algunas sales.

Tabla N° 11. Resultados de primera y segunda toma de muestras de las 9 Facultades. Parámetro: Alcalinidad Total

Parámetro	Método	Equipo
Alcalinidad total	Volumétrico	N/A
<b>Resultados</b>		
Muestra	1er toma de muestras	2da toma de muestras
1	143 mg/l	112 mg/l
2	148	133
3	143	128
4	143	117
5	148	112
6	138	122
7	143	117
8	143	122
9	138	112
10	143	122
11	143	112
12	148	112
13	143	107
14	138	112
<b>Límite máximo permisible</b>		50 -200 mg/l CaCO <sub>3</sub>

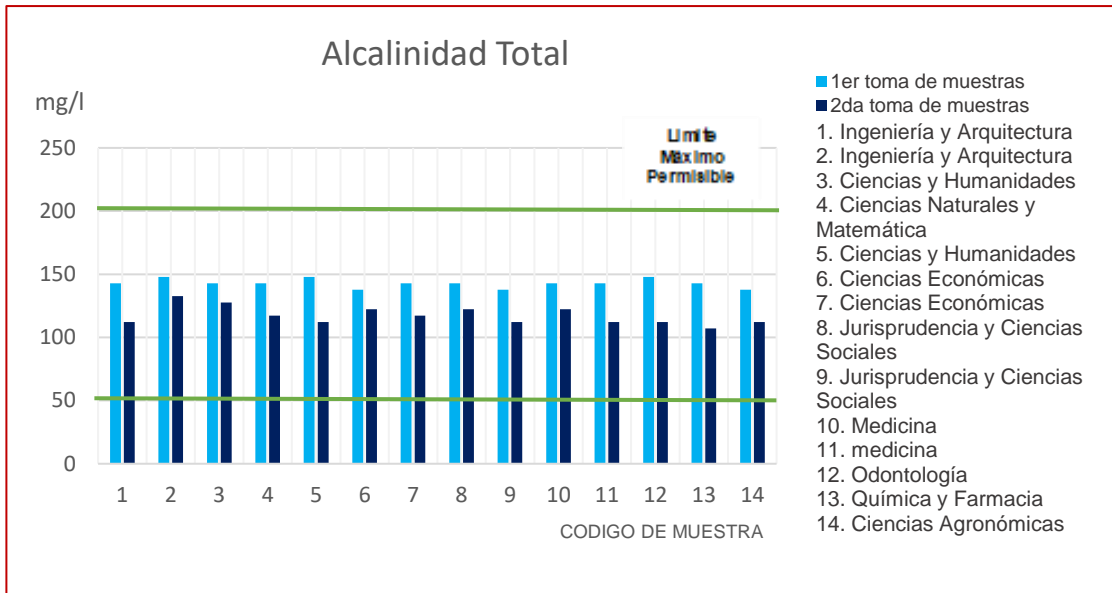


Figura N° 11 Gráfico de resultados de alcalinidad total comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable.

En el Tabla N° 11 se presentan los resultados obtenidos para las 14 muestras en los dos tiempos de su recolección para la determinación de alcalinidad total, los valores obtenidos de las 14 muestras están conformes al límite máximo permisible por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, que establece que la alcalinidad total del agua potable se debe encontrar entre los valores de 50 -200 mg/l CaCO<sub>3</sub> (5).

Tabla N° 12. Resultados de primera y segunda toma de muestras de las 9 Facultades. Parámetro: Arsénico.

Parámetro	Método	Equipo
Arsénico	Espectrofotometría de Absorción Atómica.	Shimadzu AA-700
<b>Resultados</b>		
Muestra	1er toma de muestras	2da toma de muestras
1	0.01 mg/l	0.01 mg/l
2	0.02	0.02
3	0.01	0.00
4	0.01	0.00

Continuación de Tabla N° 12

5	0.01	0.01
6	0.01	0.01
7	0.01	0.01
8	0.01	0.01
9	0.01	0.01
10	0.02	0.02
11	0.01	0.01
12	0.01	0.01
13	0.02	0.01
14	0.02	0.02
Límite máximo permisible		0.01mg/l

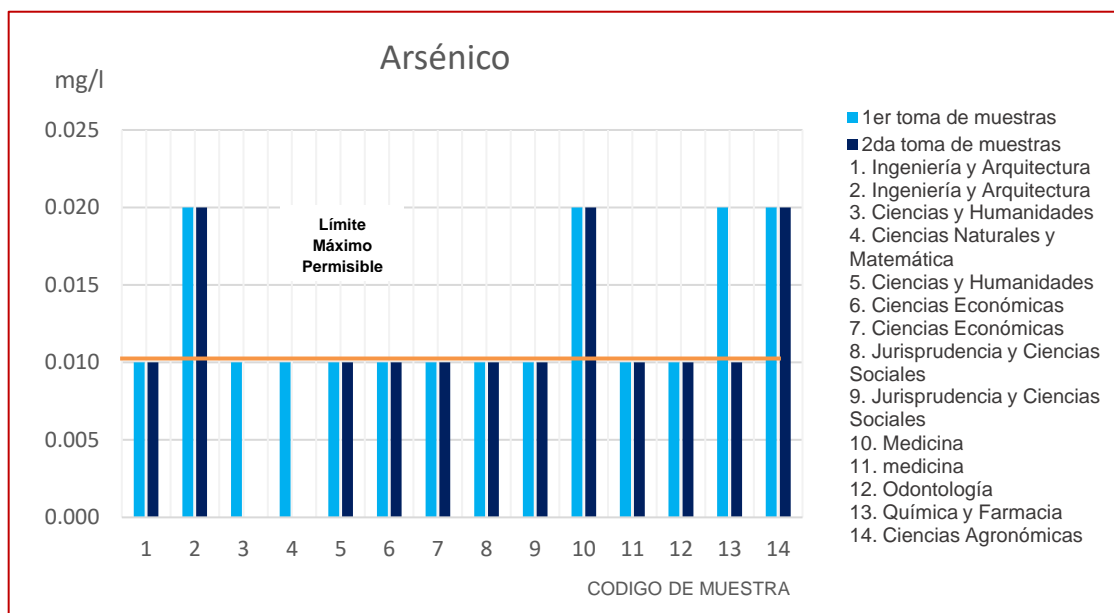


Figura N° 12 Gráfico de resultados de Arsénico comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable.

En la Tabla N° 12 se presentan los resultados obtenidos para las 14 muestras en los dos tiempos de recolección para la determinación de Arsénico, los resultados obtenidos reflejan que las muestras de la Facultades de Ingeniería y Arquitectura, Medicina y Ciencias Agronómicas de las 14 muestras en las dos tomas de muestras están inconformes al límite máximo permisible por la Norma

Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, que establece que el valor de Arsénico del agua potable debe ser menor a 0.01 mg/l para el caso de la muestra de la Facultad de Química y Farmacia en la primera toma de muestra sobrepasa el límite establecido por la norma salvadoreña, por lo que se debe llevar un control periódico de este parámetro con el fin de evitar que por el consumo prolongado de agua contaminada con este elemento se puedan generar efectos irreversibles en el cuerpo humano como cáncer de pulmón, hígado, lesiones cutáneas, problemas relacionados con neurotoxicidad, diabetes, enfermedades pulmonares y cardiovasculares.

Tabla N° 13. Resultados de primera y segunda toma de muestras de las 9 Facultades. Parámetro: Cloruros.

Parámetro	Método	Equipo
Cloruros	Volumétrico	N/A
Resultados		
Muestra	1er Toma de muestra	2do Toma de muestra
1	0.03 mg/l	0.03 mg/l
2	0.05	0.04
3	0.03	0.03
4	0.04	0.02
5	0.04	0.04
6	0.04	0.04
7	0.04	0.03
8	0.03	0.04
9	0.04	0.03
10	0.05	0.04
11	0.04	0.02
12	0.05	0.03
13	0.04	0.04
14	0.05	0.05
Límite máximo permisible		250 mg/l

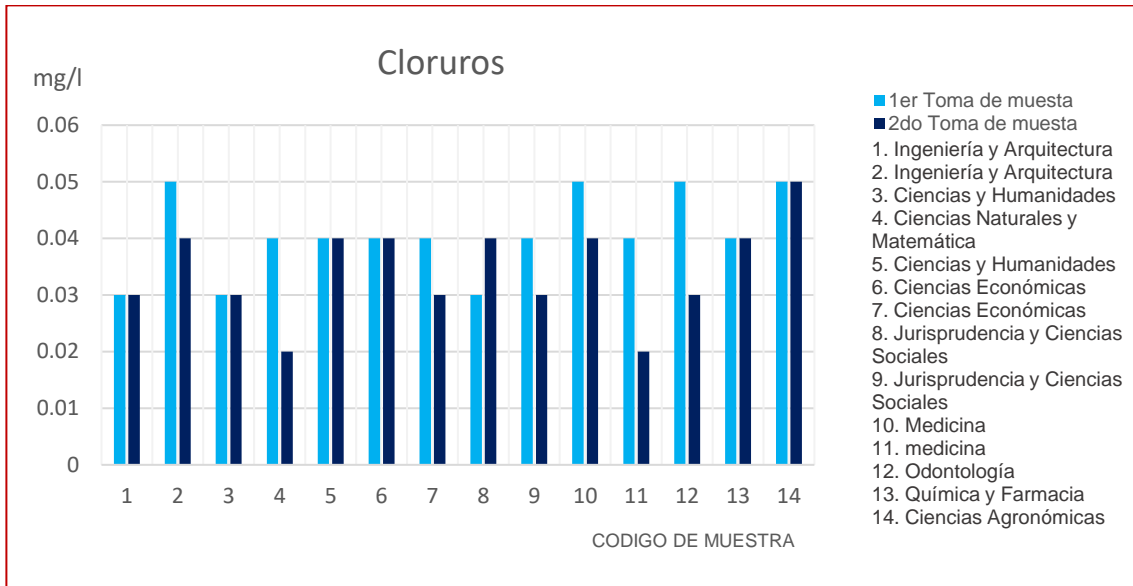


Figura N° 13 Gráfico de resultados de Cloruros, comparado con la Guía para la Calidad del Agua Potable (OMS).

En la Tabla N° 13 se presentan los resultados obtenidos en las 2 recolecciones para las 14 muestras de las Facultades de la Universidad de El Salvador, para la determinación de Cloruros, los valores obtenidos de las 14 muestras están conformes al límite máximo permisible por la Guía para la calidad del agua potable de la OMS, que establece que el valor de Cloruros del agua potable se debe encontrar en valores menores a 250 mg/l, para evitar un posible sabor salado en al agua potable (17).

Tabla N° 14. Resultados de primera y segunda toma de muestras de las 9 Facultades. Parámetro: Cloro Residual Libre.

Parámetro	Método	Equipo
Cloro Residual Libre	Fotométrico	Fotómetro Lamotte TC3000
<b>Resultados</b>		
Muestra	1er toma de muestras	2da toma de muestras
1	0.9 mg/l	1.0 mg/l
2	0.7	0.6
3	0.9	1.0
4	1.0	1.0

Continuación de Tabla N° 14

5	0.3	0.5
6	1.0	1.0
7	1.0	1.3
8	1.0	1.1
9	1.0	1.0
10	0.6	0.7
11	1.0	1.0
12	0.7	0.9
13	No detectado	0.1
14	0.8	0.8
<b>Límite Máximo Permisible</b>		<b>1.1 mg/l</b>

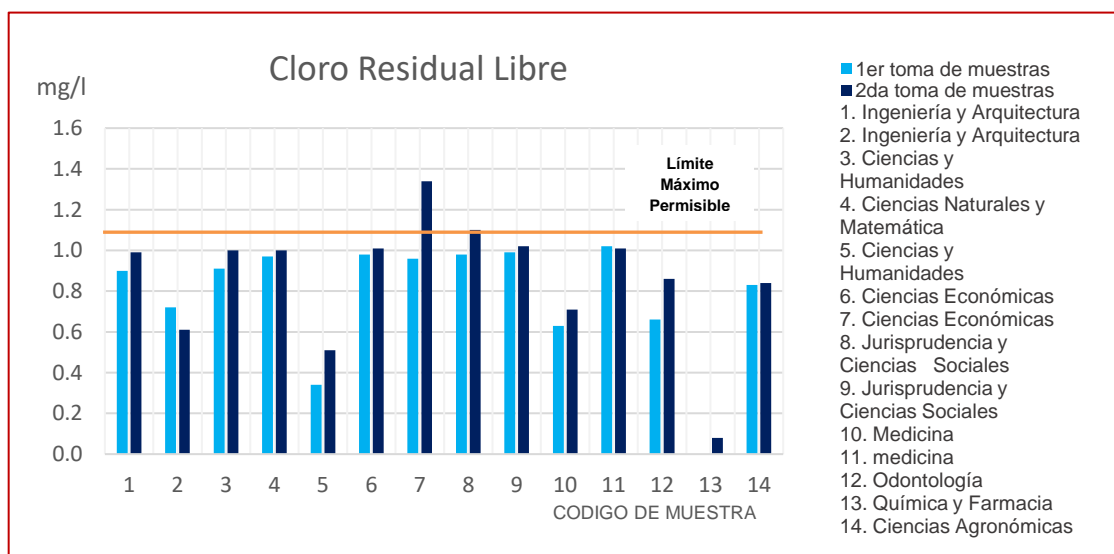


Figura N° 14 Gráfico de resultados de Cloro Residual Libre, comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable.

En la Tabla N° 14, se reportan los valores obtenidos en las dos tomas de muestras para la determinación de Cloro Residual Libre, la muestra de la Facultad de Ciencias Económicas (7) para la segunda toma de muestra presenta un valor mayor del límite máximo permisible por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, de 1.1 mg/l. Pero la norma establece un segundo valor de hasta 1.5mg/l en el caso que se encuentren amenazas o prevalezcan brotes de enfermedades de origen hídrico <sup>(5)</sup>.

Tabla N° 15. Resultados de primera y segunda toma de muestras de las 9 Facultades. Parámetro: Dureza Total.

Parámetro	Método	Equipo
Dureza Total	Volumétrico	N/A
Resultados		
Muestra	1ra Toma de muestras	2da Toma de muestras
1	274 mg/l	270 mg/l
2	249	258
3	258	258
4	266	278
5	262	233
6	258	249
7	262	249
8	254	249
9	254	254
10	245	254
11	266	254
12	245	262
13	245	249
14	245	249
Límite máximo permisible		500 mg/l

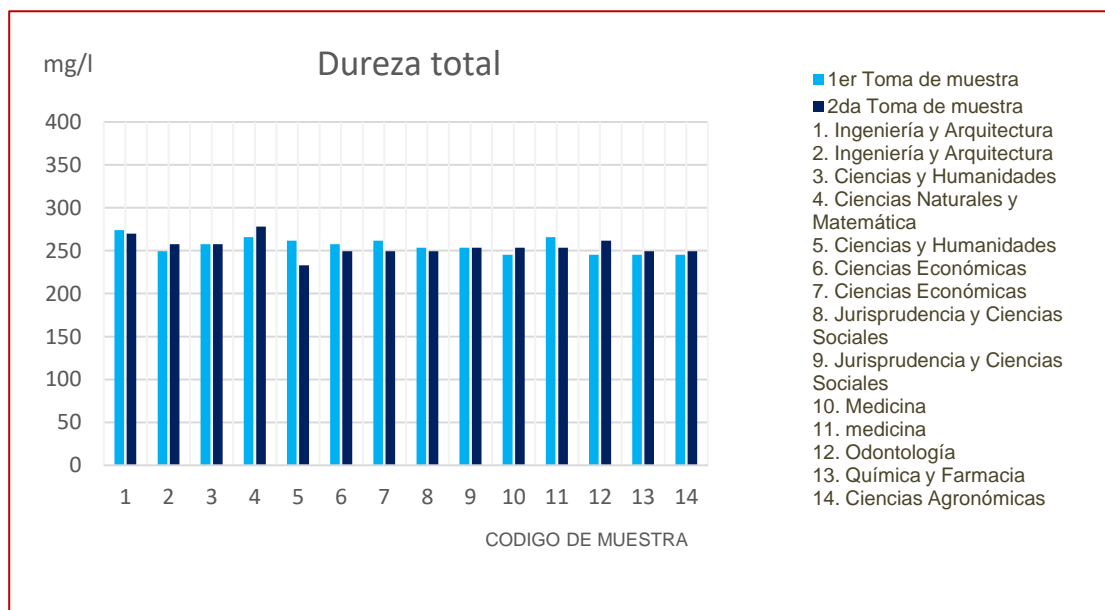


Figura N° 15 Gráfico de resultados de Dureza Total, comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable.

En la Tabla N° 15, se reportan los valores obtenidos para la determinación del parámetro químico Dureza Total, en las dos tomas de muestras, los resultados demuestran que todas las muestras analizadas están conforme al límite máximo permisible por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, de 500 mg/l de dureza total <sup>(5)</sup>. Indicando que son aguas blandas que presentan bajos niveles de Calcio y Magnesio.

Tabla N° 16. Resultados de primera y segunda toma de muestras de las 9 Facultades. Parámetro: Manganeso.

Parámetro	Método	Equipo
Manganeso	Fotométrico	Fotómetro Spectroquant Nova 60
Resultados		
Muestra	1er toma de muestras	2da toma de muestras
1	0.1 mg/l	No detectado
2	No detectado	No detectado
3	0.2	No detectado
4	0.1	0.1 mg/l
5	No detectado	No detectado
6	No detectado	No detectado
7	No detectado	No detectado
8	No detectado	0.1
9	No detectado	No detectado
10	No detectado	No detectado
11	No detectado	No detectado
12	0.2	No detectado
13	0.1	No detectado
14	0.2	No detectado
Límite Máximo Permisible		0.1 mg/l

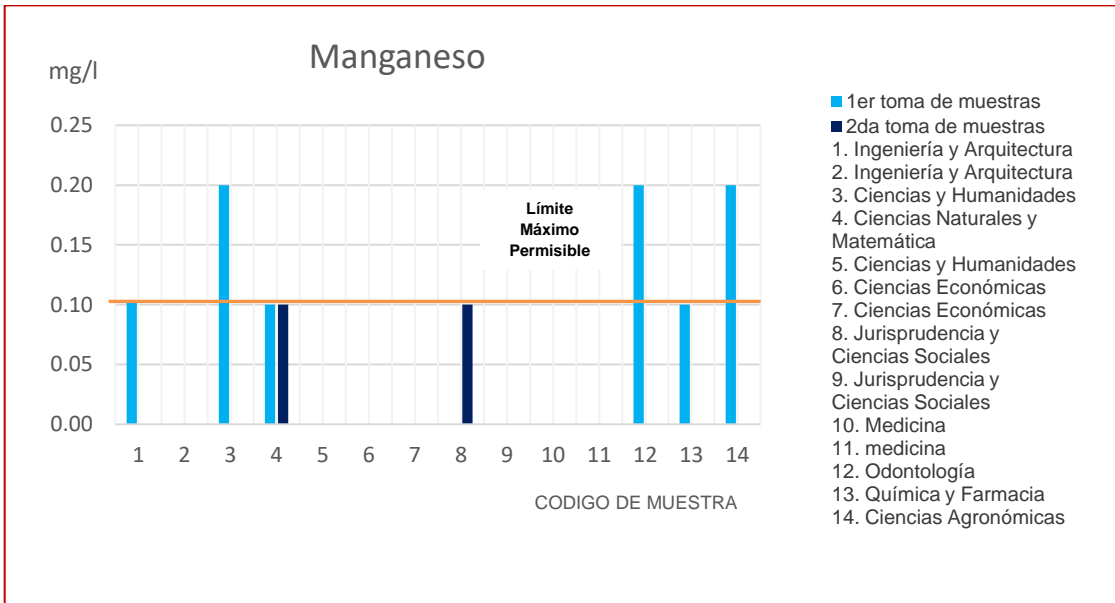


Figura N° 16 Gráfico de resultados de Manganeso, comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable.

En la Tabla N° 16, se reportan los valores obtenidos para la determinación del parámetro químico Manganeso en las dos tomas de muestras; obteniendo como resultado que en la Facultades de Ciencias y Humanidades, Odontología y Ciencias Agronómicas para la primera toma de muestra se presentan valores mayores al límite máximo permisible por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, de 0.1 mg/l (5) por lo que se debe tener precaución al consumir esta agua debido a que este componente es hepatotóxico.

Tabla N° 17. Resultados de primera y segunda toma de muestras de las 9 Facultades. Parámetro: Nitratos.

Parámetro	Método	Equipo
Nitratos	Fotométrico	Fotómetro Spectroquant Nova 60
Resultados		
Muestra	1ra Toma de muestras	2da Toma de muestras
1	3 mg/l	6 mg/l
2	14	9

Continuación Tabla N° 17

3	6	5
4	19	31
5	8	10
6	7	26
7	6	13
8	1	13
9	8	12
10	4	25
11	2	26
12	2	26
13	5	13
14	4	21
Límite máximo permisible		45 mg/l

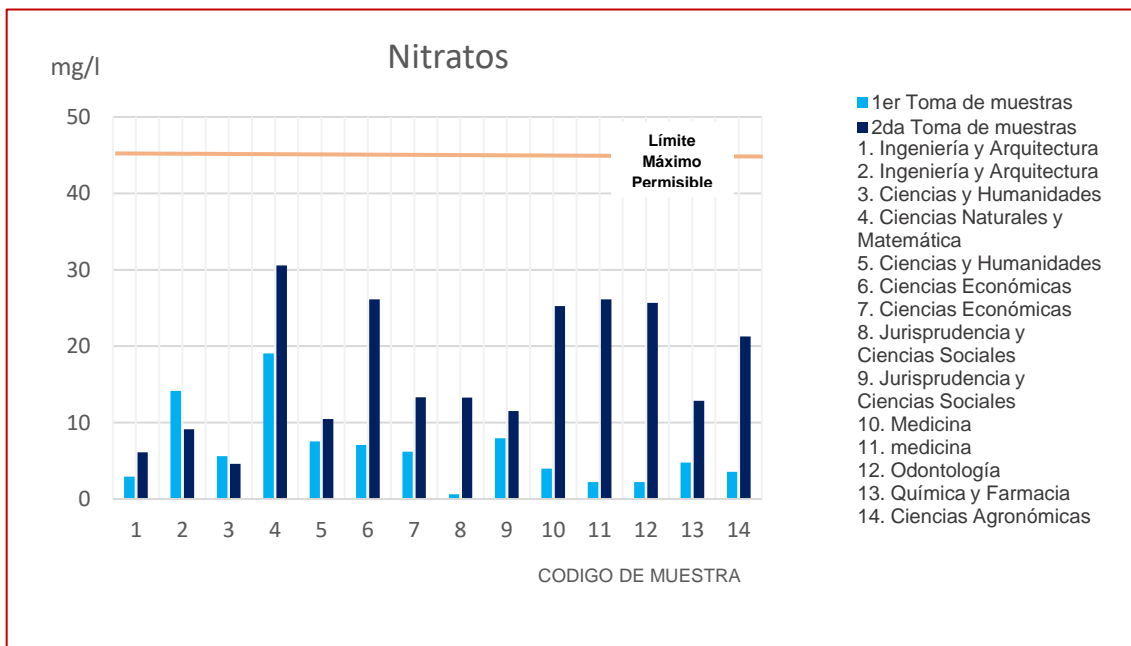


Figura N° 17 Gráfico de resultados de Nitratos, comparado con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable.

En la Tabla N° 17, se reportan los valores obtenidos para la determinación del parámetro Nitratos, en las dos tomas de muestras y como resultado se obtuvo que todas las muestras analizadas están conforme al límite máximo permisible

por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, de 45 mg/l de Nitratos <sup>(5)</sup>.

Tabla N° 18. Resultados de primera y segunda toma de muestras de las 9 Facultades. Parámetro: Plomo.

Parámetro	Método	Equipo
Plomo	Espectrofotometría de Absorción Atómica.	Shimadzu AA-700
Resultados		
Muestra	1er Toma de muestras	2do Toma de muestras
1	No detectado	No detectado
2	No detectado	No detectado
3	No detectado	0.01 mg/l
4	No detectado	No detectado
5	No detectado	No detectado
6	No detectado	No detectado
7	No detectado	No detectado
8	No detectado	No detectado
9	No detectado	No detectado
10	No detectado	0.01
11	No detectado	No detectado
12	No detectado	0.01
13	No detectado	No detectado
14	No detectado	0.01
Límite máximo permisible		0.01 mg/l

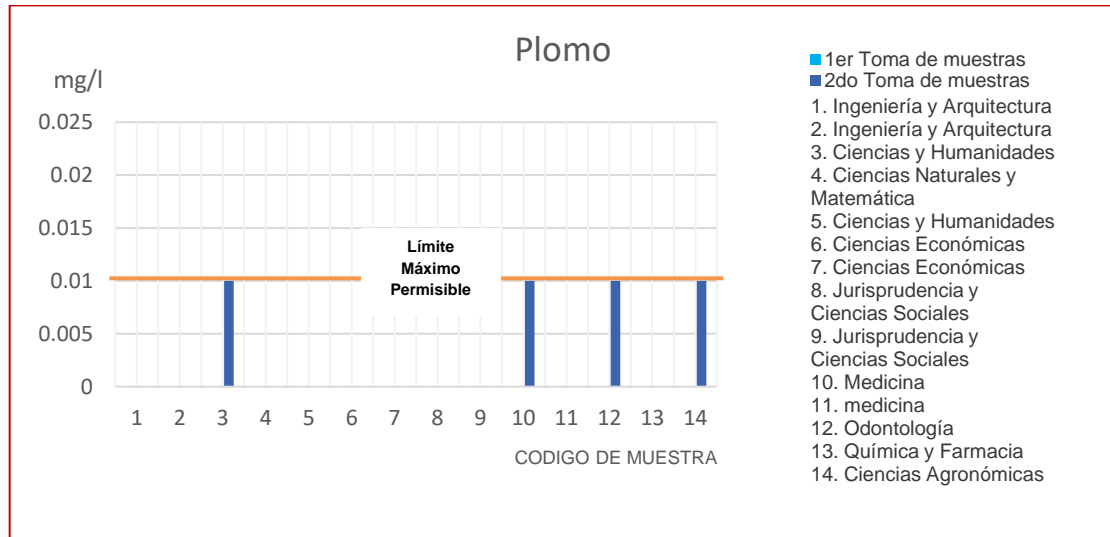


Figura N° 18 Gráfico de resultados de Plomo, comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable.

En la Tabla N° 18, se reportan los valores obtenidos para la determinación del parámetro químico Plomo en las dos tomas de muestras; como resultado se obtuvo que todas las muestras analizadas están conforme al límite máximo permisible por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, de 0.01 mg/l de Plomo. <sup>(5)</sup>

Tabla N° 19. Resultados de primera y segunda toma de muestras de las 9 Facultades. Parámetro: Sulfatos.

Parámetro	Método	Equipo
Sulfatos	Fotométrico	Fotómetro Spectroquant Nova 60
<b>Resultados</b>		
Muestra	1er toma de muestras	2da toma de muestras
1	209 mg/l	123 mg/l
2	136	101
3	170	122
4	152	131
5	194	105
6	169	97

7	134	123
8	238	109
9	197	111
10	152	105
11	187	112
12	106	111
13	107	100
14	158	101
Límite Máximo Permissible		400 mg/l

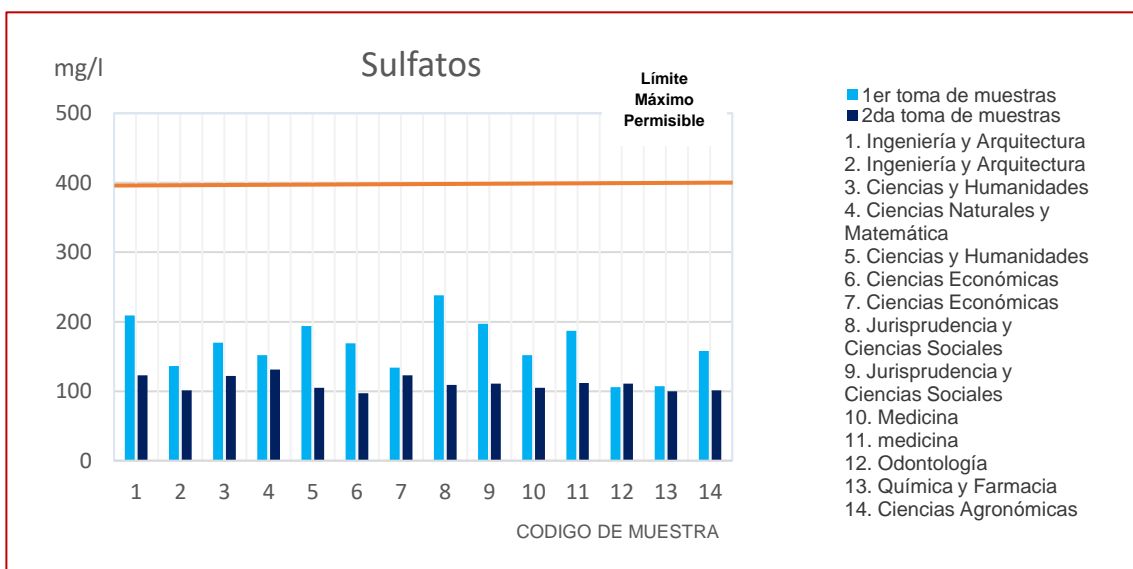


Figura N° 19 Gráfico de resultados de Sulfatos comparados con la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable.

En la Tabla N° 19, se reportan los valores obtenidos para la determinación de Sulfatos, en las dos tomas de muestras y como resultado se obtuvo que todas las muestras analizadas están conforme al límite máximo permisible por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, de 400 mg/l de Sulfatos <sup>(5)</sup>.

Tabla N° 20. Resultados obtenidos en las dos recolecciones de muestras para determinación de los parámetros fisicoquímicos en el agua potable de las 9 Facultades de la Universidad de El Salvador.

PARAMETRO UNIDADES	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE NSO 13.07.01:08	FACULTADES													
		Ingeniería y Arquitectura		Ciencias y Humanidades		Medicina		Jurisprudencia y Ciencias Sociales		Ciencias Económicas		Ciencias Naturales y Matemática	Odontología	Química y Farmacia	Ciencias Agronómicas
Color Pt-Co	15	1.3	ND	8.1	10.6	ND	0.9	0.8	ND	0.8	0.7	2.6	0.9	ND	ND
		1.9	ND	0.6	0.4	0.8	1	0.9	1.2	0.4	0.4	1.2	1.0	ND	0.3
Sabor N/A	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
		NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
Olor N/A	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
		NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
Temperatura °C	NR	30	26	28	27	26	31	31	30	30	31	30	28	27	28
		30	26	28	26	27	30	30	30	25	29	27	26	28	27
Conductividad µmhos/cm ▪	1600	722	785	740	746	768	746	743	764	740	737	753	801	770	779
		703	747	667	716	738	710	711	707	747	706	693	695	717	738
Turbidez UNT	5	2.0	1.8	3.2	0.4	0.4	0.1	0.4	0.1	1.9	0.7	0.8	0.1	0.1	0.1
		0.4	0.1	1.2	0.4	0.4	0.4	0.6	0.3	0.2	0.3	0.5	0.5	0.2	0.2
pH N/A	6.0-8.5	7.1	6.9	7.1	7.1	7.1	6.9	6.9	7.1	6.9	6.9	7.0	6.8	6.8	6.9
		7.1	6.9	7.3	7.0	7.1	6.9	6.9	6.9	7.2	7.0	7.0	6.9	6.9	6.9
Alcalinidad total mg/l CaCO3	50 -200	143	148	143	148	143	143	143	138	138	143	143	148	143	138
		112	133	128	112	122	112	122	112	122	117	117	112	107	112
Arsénico mg/l	0.01	0.01	<b>0.02</b>	0.01	0.01	<b>0.02</b>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	<b>0.02</b>	<b>0.02</b>
		0.01	<b>0.02</b>	ND	0.01	<b>0.02</b>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	ND	0.01	0.01	<b>0.02</b>

NR= No Rechazable ND= No Detectado ▪ NSO 13.07.01:99

Continuación Tabla N°19

PARAMETRO UNIDADES	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE NSO 13.07.01:08	FACULTADES													
		Ingeniería y Arquitectura		Ciencias y Humanidades		Medicina		Jurisprudencia y Ciencias Sociales		Ciencias Económicas		Ciencias Naturales y Matemática	Odontología	Química y Farmacia	Ciencias Agronómicas
Cloruros ** mg/l	250	0.03	0.05	0.03	0.04	0.05	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05
		0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	0.02	0.04	0.03	0.04	0.03	0.02	0.03	0.04	0.05
Cloro residual libre mg/l	1.1	0.9	0.7	0.9	1.0	0.6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.7	ND	0.8
		1.0	0.6	1.0	0.5	0.7	1.0	1.1	1.0	1.0	1.3	1.0	0.9	0.1	0.8
Dureza Total mg/l	500	274	249	258	262	245	266	254	254	258	262	266	245	245	245
		270	258	258	233	254	254	249	254	249	249	278	262	249	249
Hierro total mg/l	0.3	0.02	0.02	0.03	0.03	0.06	0.04	0.01	0.02	0.04	0.04	0.04	0.04	0.02	0.01
		0.05	0.03	0.04	0.15	0.06	0.04	0.06	0.26	0.03	0.05	0.10	0.04	0.05	0.02
Manganeso mg/l	0.1	0.1	ND	0.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.1	0.2	0.1	0.2
		ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.1	ND	ND	ND	0.1	ND	ND	ND
Nitratos mg/l	45	3	14	6	8	4	2	1	8	14	6	19	2	5	4
		6	9	5	10	25	26	13	12	9	5	31	26	13	21
Plomo mg/l	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		ND	ND	0.01	ND	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01	ND	0.01
Sulfatos mg/l	400	209	136	170	194	152	187	238	197	169	134	152	106	107	158
		123	101	122	105	105	112	109	111	97	123	131	111	100	101
RESULTADO		NO CUMPLE		NO CUMPLE		NO CUMPLE		CUMPLE		NO CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE

NR= No Rechazable ND= No Detectado \*\* Guía para la calidad del agua potable OMS.

Según la tabla N° 20, La Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Sociales y la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas; cumple para todos los parámetros evaluados según los límites máximos permisibles que establece la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, NSO 13.07.01:99 para el parámetro de conductividad y la Guía para la Calidad del Agua Potable en cuanto al análisis de Cloruros.

Para las Facultades a continuación descritas:

Ingeniería y Arquitectura	Arsénico
Ciencias y Humanidades	Manganeso
Ciencias Económicas	Cloro Residual Libre
Medicina	Arsénico
Odontología	Manganeso
Química y Farmacia	Arsénico
Ciencias Agronómicas	Arsénico y Manganeso

Respectivamente; las muestras de agua potable están fuera del límite establecido según la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable respectivamente para cada elemento.

**CAPITULO VI**  
**CONCLUSIONES**

## 6.0 CONCLUSIONES

1. Los resultados obtenidos en las determinaciones físicas (pH, temperatura, turbidez) y organolépticas (color, sabor y olor) para las 9 facultades de la Universidad de El Salvador, sede central están dentro de los límites máximos permisibles establecidos para cada uno de los parámetros, según La Norma Salvadoreña Obligatoria NSO13.07.01:08 Agua, Agua Potable.
2. En las Facultades de Ingeniería y Arquitectura, Ciencias y Humanidades, Medicina, Jurisprudencia y Ciencias Sociales, Ciencias Económicas, Ciencias Naturales y Matemática, Odontología, Química y Farmacia, Ciencias Agronómicas el suministro de agua potable cumple conforme a los requisitos establecidos por La Norma Salvadoreña Obligatoria NSO13.07.01:08 Agua, Agua Potable, en los siguientes parámetros químicos: Alcalinidad total, Cloruros, Dureza, Hierro total, Nitratos y Sulfatos.
3. Para las muestras de agua potable correspondientes a las Facultades de Ciencias y Humanidades, Medicina, Odontología y Ciencias Agronómicas; se detectó la presencia de plomo el cual se puede deber a infiltraciones al agua por las tuberías que contienen plomo y que se corroen, en especial donde el agua contiene altos niveles de acidez.
4. En la determinación de Manganeso las muestras de agua potable de las Facultades de Ciencias y Humanidades, Odontología y Ciencias Agronómicas, sobrepasaron los límites máximos permisibles de la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, representando un riesgo para la salud ya que es un elemento que puede causar enfermedades neurológicas si se consume de forma prolongada.
5. El Arsénico se encuentra presente en concentraciones que sobrepasan los límites permisibles establecidos por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, para las muestras de agua potable

analizadas de las Facultades de Ingeniería y Arquitectura, Medicina y Ciencias Agronómicas; asimismo en la Facultad de Química y Farmacia para la primera toma de muestra.

6. La Facultad de Ciencias Económicas presenta un valor superior de Cloro Residual Libre en las muestras de agua potable analizadas según lo establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable.
7. Las Facultades que brindan servicios de prácticas de Laboratorio: Ingeniería y Arquitectura, Ciencias y Humanidades, Ciencias Económicas, Medicina, Odontología, Química y Farmacia y Ciencias Agronómicas, presentan agua potable con contaminantes tales como Manganeso, Arsénico, Plomo y Cloro Residual libre lo cual puede estar relacionado al inadecuado tratamiento de los desechos químicos producto de prácticas de laboratorio, infiltraciones debido al mal estado de cañerías o reparaciones inadecuadas.
8. La Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Sociales y la Facultad Ciencias Naturales y Matemáticas cumple con los límites permisibles establecidos por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, para todos los parámetros organolépticos, físicos y químicos analizados.

**CAPITULO VII**  
**RECOMENDACIONES**

## 7.0 RECOMENDACIONES

1. Que la Universidad de El Salvador a través de las autoridades correspondientes monitoreen continuamente el agua potable distribuida en las 9 Facultades de la Universidad de El Salvador, Sede Central; con el fin de verificar si existen cambios significativos en los resultados de los parámetros fisicoquímicos exigidos por la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO13.07.01:08 Agua, Agua Potable.
2. Realizar futuras investigaciones por parte de los estudiantes de la Facultad de Química y Farmacia en las que se analicen los parámetros microbiológicos del agua potable que se distribuye en la Universidad de El Salvador, Sede Central; con la finalidad de garantizar la seguridad de los consumidores y así evitar el riesgo de brotes de enfermedades intestinales y otras enfermedades infecciosas.
3. A la Universidad de El Salvador, gestionar proyectos a través de cada una de las Facultades, para dar el tratamiento y mantenimiento a las fuentes de abastecimiento de agua potable que presentan mayor demanda por parte de los estudiantes, para que todos gocen de accesibilidad al suministro y que el agua que ingieran sea de calidad sin que represente un peligro para su salud.
4. A la Facultad de Química y Farmacia, implementar proyectos a través de la cátedra de Análisis Instrumental para que los estudiantes puedan llevar a cabo el análisis del agua potable que se distribuye en la Universidad y de esta forma conocer la calidad del vital líquido al que tiene acceso la población estudiantil.
5. Incentivar a los estudiantes que participen de forma activa en la concientización en lo concerniente a la prevención, control de la

contaminación del agua y los graves problemas de la salud que pueden ocasionar el consumo prolongado y diario de agua con contaminantes.

6. A la unidad de medio ambiente que gestione el monitoreo continuo del agua potable que se distribuye en las Facultades de la Universidad de El Salvador, Sede central además realizar un trabajo o estudio más amplio en el territorio de las zonas afectadas con la presencia de Plomo y Arsénico.

## BIBLIOGRAFIA

1. Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados, Calidad del Agua [sede Web] El Salvador, Recuperado el 4 de Marzo de 2018, de [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 10 de Marzo 2018] Calidad del agua.
2. Administración Académica, Población Estudiantil. Recuperado el 7 de marzo de 2018 de [https://academica.ues.edu.sv/estadistica/poblacion\\_estudiantil.php](https://academica.ues.edu.sv/estadistica/poblacion_estudiantil.php)
3. 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.
4. Ayala C: J, Diez S: C, López E: S, Intoxicaciones por hierro y otros metales. [Sede web] Recuperado 10 de marzo de 2018 de <http://www.bvsacd/cd68/CDiez.pdf>
5. CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, ES) 2008. Norma Salvadoreña Agua. Agua Potable. (Segunda actualización). NSO 13.07.01.08 San Salvador.
6. Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos 2014, undécima edición, México, Publicaciones e Impresiones de Calidad, S. A. de C. V
7. Historia de la Facultad de Ciencias Económicas. Recuperado el 24 de Julio de 2018 de <http://www.fce.ues.edu.sv/index.php/facultad/historia>
8. Historia de la Facultad de Ciencias Agronómicas. Recuperado el 24 de Julio de 2018 de [http://www.agronomia.ues.edu.sv/nuestra\\_facultad.php](http://www.agronomia.ues.edu.sv/nuestra_facultad.php)

9. Historia de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador durante los años. Recuperado el 27 de Julio de 2018 de [http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/9475/1/Revista\\_La\\_Universidad\\_5c8.pdf](http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/9475/1/Revista_La_Universidad_5c8.pdf)
10. Historia de Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Recuperado el 27 de Julio de 2018 de <http://www.cimat.ues.edu.sv/node/12>
11. Historia institucional de la Facultad de Odontología. Recuperado el 28 de Julio de 2018 de <http://revistas.ues.edu.sv/index.php/launiversidad/article/view/141/147>
12. LaMotte Company, LaMotte TC-3000 Tri-meters. Recuperado el 8 de marzo de 2018 de <http://www.lamotte.com/en/support/instructions-manuals>
13. OPS (Organización Panamericana de la Salud), Intoxicación por nitratos y nitritos (t62.8) Recuperado el 17 de Marzo de 2018 de <http://new.paho.org/arg/publicaciones/publicaciones%20virtuales/libroetas/modulo5/modulo5t.html>
14. OPS (Organización Panamericana de la Salud), Intoxicación por plomo (ci-t56.0) Recuperado el 17 de Marzo de 2018 de <http://new.paho.org/arg/publicaciones/publicaciones%20virtuales/libroETAs/modulo5/modulo5n.html>
15. OPS (Organización Panamericana de la Salud). Agua y Saneamiento, Washington D.C, Organización Panamericana de la Salud 2011.
16. Organismo Salvadoreño de Normalización (OSN), 2018 Norma Técnica Salvadoreña NTS ISO/IEC 17025:2017 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. NTS 03.00.07.17
17. Organización Mundial de la salud (2006). Guías para la calidad del agua potable. Washington D.C, Organización mundial de la salud 1999

18. Organización Mundial de la salud. Segunda Edición. (1998) Guías para la calidad del agua potable, Vigilancia y control de abastecimientos de agua a la comunidad. Volumen 3. Ginebra
19. Organización Mundial de la Salud, Arsénico, Recuperado el 30 de marzo de 2018 de: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/arsenic>
20. Origen y desarrollo de la Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Sociales y la enseñanza del derecho en El Salvador. Recuperado el 24 de Julio de 2018 de <http://www.jurisprudencia.ues.edu.sv/historia.html>
21. Pancorbo Floristan F.J., Soriano Rull A., Suministro, Distribución y Evacuación interior de agua sanitaria Parámetros fisicoquímicos. 1° edición 2012, Barcelona.
22. Repositorio Institucional de la Universidad de Alicante. Recuperado el 28 de julio de 2018 de [http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/8252#v preview](http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/8252#v_preview)
23. Spectroquant Nova 60, Métodos de análisis. Recuperado el 6 de abril de 2018 de [http://www.amco-instruments.com/index\\_files/pdf/amnova .pdf](http://www.amco-instruments.com/index_files/pdf/amnova .pdf)
24. Thermo Fisher Scientific. Thermo Scientific Orion Versa Star Pro. Recuperado el 6 de Abril de 2018 de [http://tools.thermofisher.com /content/sfs/manuals /UserManual\\_VersaStarProMeters\\_Spanish.pdf](http://tools.thermofisher.com /content/sfs/manuals /UserManual_VersaStarProMeters_Spanish.pdf)
25. United States Environmental Protection Agency, Lo que usted puede hacer para reducir el plomo en el agua potable Recuperado el 31 de marzo de 2018 <https://www.epa.gov/lead/lo-que-usted-puede-hacer-para-reducir-el-plomo-en-el-agua-potable#b>
26. Universidad de El Salvador, Nuestra Universidad. Recuperado el 27 de febrero de 2018 de <https://www.ues.edu.sv/nuestra-universidad>

27. 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 2014

**ANEXOS**

## ANEXO N° 1

Ubicación geográfica de la Universidad de El Salvador

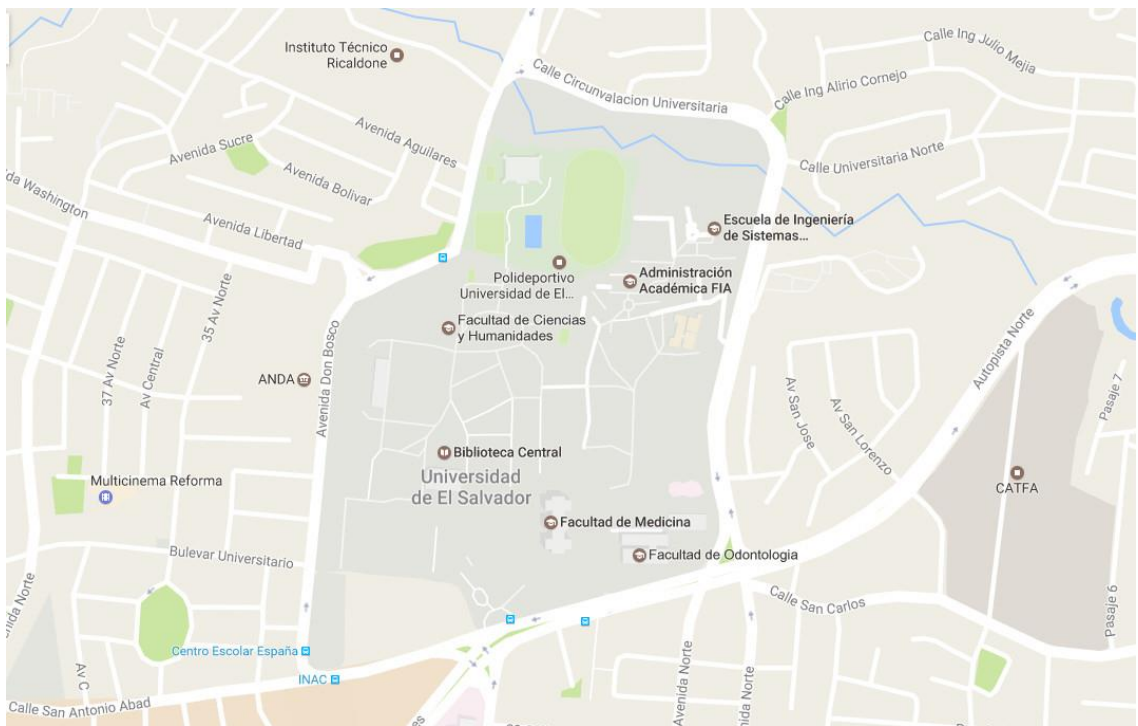


Figura N° 1: Ubicación geográfica de la Universidad de El Salvador

## ANEXO N° 2

Facultades de la Universidad de El Salvador y ubicación de puntos de muestreo.

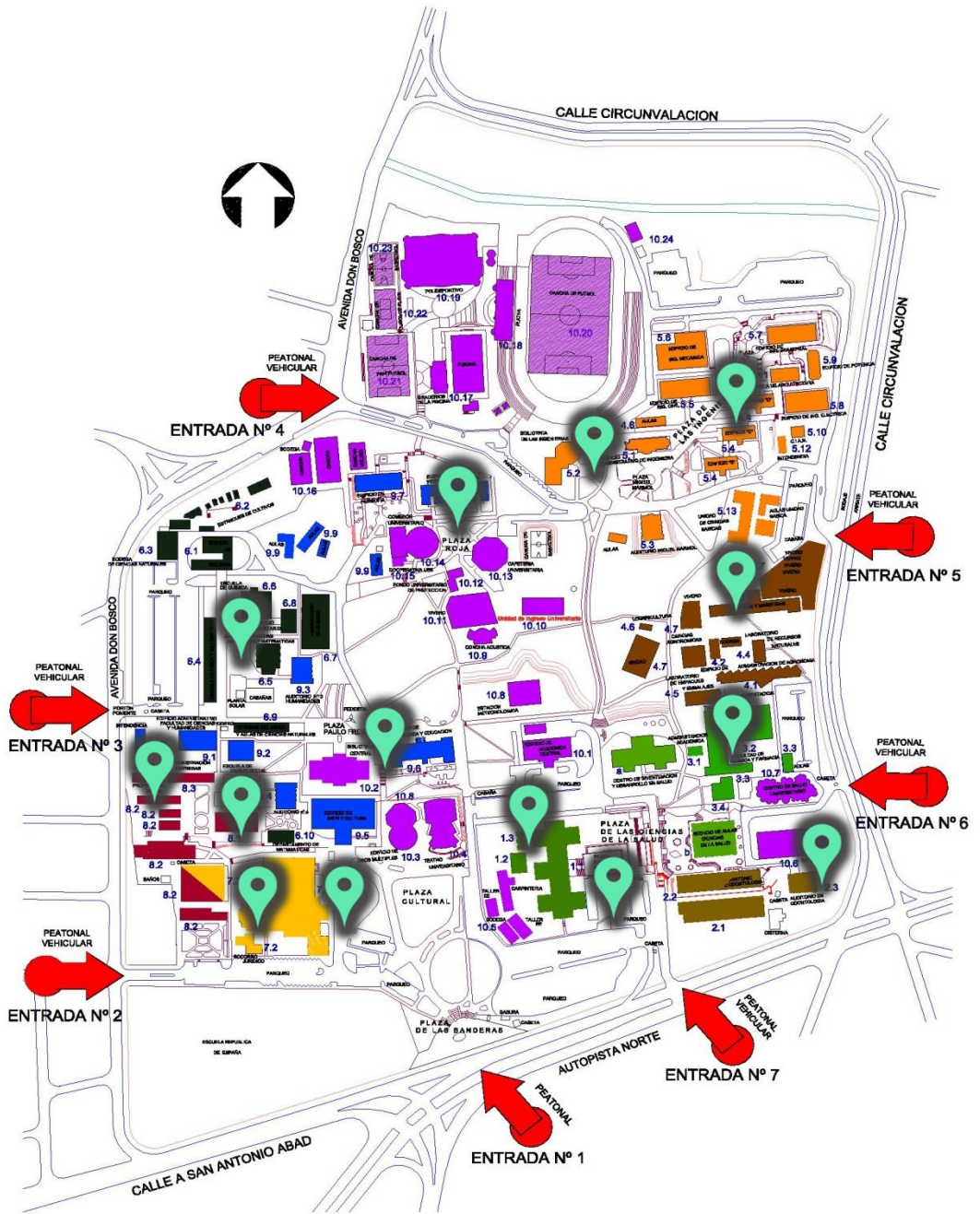


Figura Nº 2: Ubicación de cada uno de los puntos de muestreo en las 9 Facultades de la Universidad de El Salvador, sede central.

## Facultades de la Universidad de El Salvador, Sede Central.

### ■ Ciencias de la salud

- a. Centro de Investigación y Desarrollo En Salud
- b. Edificio de aulas de ciencias de la salud

### ■ 1. Facultad de Medicina

- 1.1 Edificio de medicina
- 1.2 Aulas de enfermería
- 1.3 Bioterio

### ■ 2. Facultad de Odontología

- 2.1 Edificio Administrativo
- 2.2 Edificio de Aulas y Laboratorio
- 2.3 Auditorium de Odontología

### ■ 3. Facultad de Química y Farmacia

- 3.1 Administración Académica
- 3.2 Laboratorios
- 3.3 Aulas
- 3.4 Biblioteca

### ■ 4. Facultad de Ciencias Agronómicas

- 4.1 Edificio Administrativo De Agronomía
- 4.2 Ciencias Agronómicas
- 4.3 Aulas Y Maestrías
- 4.4 Laboratorio De Recursos Naturales
- 4.5 Laboratorio De Empaques Y Embalajes
- 4.6 Lombricultura
- 4.7 Viveros

### ■ 5. Facultad de Ingeniería y Arquitectura

- 5.1 Edificio Administrativo
- 5.2 Biblioteca De Ingeniería Y Arquitectura
- 5.3 Auditorium Miguel Mármol
- 5.4 Edificios de aulas B, C y D
- 5.5 Ingeniería civil
- 5.6 Ingeniería mecánica
- 5.7 Ingeniería industrial
- 5.8 Ingeniería eléctrica
- 5.9 Edificio de potencia
- 5.10 C.I.A.N.
- 5.11 Arquitectura
- 5.12 Intendencia
- 5.13 Unidad De Ciencias Básicas

### ■ 6. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática

- 6.1 Edificio de Biología
- 6.2 Estanques de Cultivos
- 6.3 Bodega de Ciencias Naturales
- 6.4 Edificio de Física y Matemáticas
- 6.5 Auditorium de Ciencias Naturales y Matemáticas
- 6.6 Edificio de Química
- 6.7 Laboratorios de Química
- 6.8 Baños
- 6.9 Oficinas del MINED y Aulas de Ciencias Naturales
- 6.10 Departamento de Matemáticas

### ■ 7. Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Sociales

- 7.1 Edificio de Jurisprudencia y Ciencias Sociales
- 7.2 Socorro Jurídico
- 7.3 Aulas De Derecho

### ■ 8. Facultad de Ciencias Económicas

- 8.1 Edificio Administrativo de Economía
- 8.2 Edificio de Aulas de Economía
- 8.3 Edificio de Administración
- 8.4 Proyección Social

### ■ 9. Facultad de Ciencias y Humanidades

- 9.1 Edificio Administrativo de Ciencias Y Humanidades
- 9.2 Escuela de Trabajo Social
- 9.3 Auditorio N° 3
- 9.4 Auditorio N° 4
- 9.5 Edificio de Arte y Cultura
- 9.6 Edificio de Sicología y Educación
- 9.7 Edificio de Filosofía
- 9.8 Edificio de Periodismo y Letras
- 9.9 Aulas de Humanidades
- 9.10 Intendencia

### ■ 10. Edificios Administrativos y de Apoyo

- 10.1 Académica central
- 10.2 Biblioteca central
- 10.3 Librería /Usos Múltiples
- 10.4 Teatro Universitario
- 10.5 Talleres de Mantenimiento
- 10.6 Imprenta
- 10.7 Centro de Salud Universitario
- 10.8 Estación Meteorológica
- 10.9 Concha Acústica
- 10.10 **Unidad de Ingreso Universitario**
- 10.11 Vivero central
- 10.12 Fondo Universitario de Protección
- 10.13 Cafetería Universitaria
- 10.14 Comedor universitario
- 10.15 Cooperativa Universitaria
- 10.16 Área de Canchas
- 10.17 Piscina Olímpica
- 10.18 Platea
- 10.19 Polideportivo
- 10.20 Cancha de Fútbol
- 10.21 Cancha de Papifutbol
- 10.22 Cancha de Voleibol de Playa
- 10.23 Cancha de Básquetbol
- 10.24 Gimnasio

### ANEXO N° 3

Número de estudiantes por Facultad de La Universidad de El Salvador.

Tabla N° 1. Población estudiantil por Facultad de la Universidad de El Salvador y número de muestras por cada 5,000 personas de acuerdo a la Norma Salvadoreña obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua, Agua Potable.

<b>FACULTADES</b>	<b>Total</b>	<b>N° de muestras</b>
Facultad de Ciencias Agronómicas	1,536	1
Facultad de Ciencias Económicas	9,251	2
Facultad de Ciencias y Humanidades	8,173	2
Facultad de Ciencias Naturales y Matemática	2,398	1
Facultad de Ingeniería y Arquitectura	6,585	2
Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Sociales	5,129	2
Facultad de Medicina	5,423	2
Facultad de Odontología	732	1
Facultad de Química y Farmacia	1,098	1
<b>TOTAL</b>	<b>40,325</b>	<b>14</b>

#### ANEXO N° 4

Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable  
Tabla para determinar número de muestras y frecuencia de muestreo.

Tabla N° 2: Número de muestras y frecuencia de muestreo para análisis Físico - químico según NSO 13.07.01:08.

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

## ANEXO N° 5

Toma de muestras de agua potable en La Universidad de El Salvador, Sede Central.



Facultad de Ciencias y Humanidades



Facultad de Odontología



Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Sociales



Facultad de Medicina

Figura N° 20: Toma de muestras de agua potable

## ANEXO N° 6

Formato de Etiqueta para la identificación de muestras.



**Etiqueta de identificación de muestra**



Código de muestra:	
Nombre del muestreador:	
Hora de muestreo:	
Fecha del muestreo:	
Lugar de muestreo:	
Observaciones:	

## ANEXO N° 7

Funciones principales del Equipos LaMotte TC-3000.

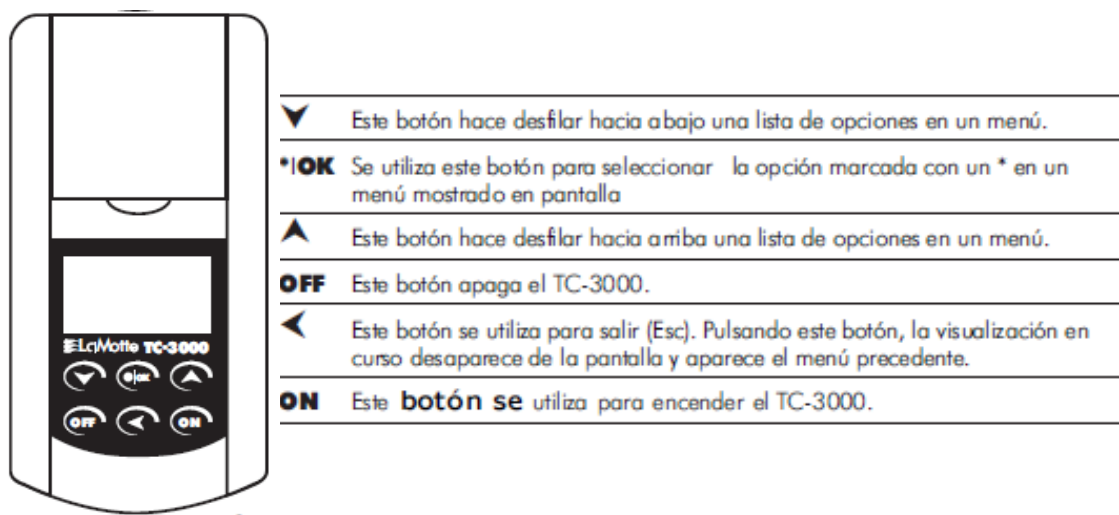


Figura N° 3 : Funciones principales del equipo Lamotte TC-3000

## ANEXO N° 8

Partes del Equipo Fotómetro Nova 60 de Merck.

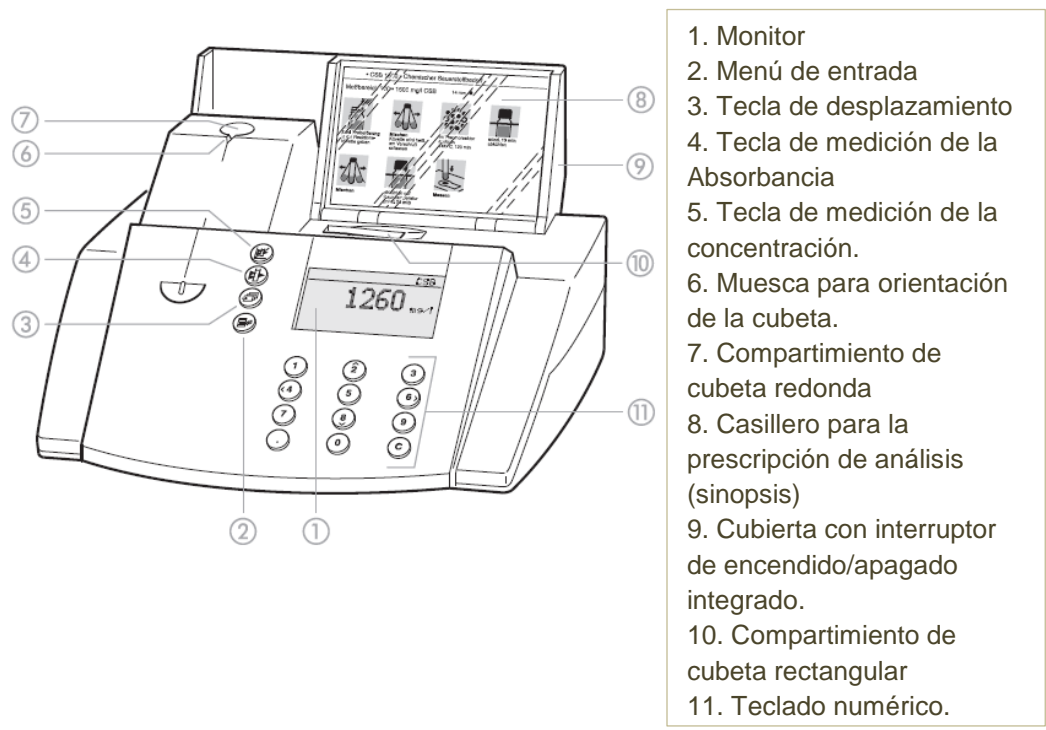


Figura N° 4: Partes del equipo Fotómetro Nova 60 de Merck

## ANEXO N° 9

Partes del Equipo Orion Versa Star Pro.



- 1. Electrodo para medición de pH
- 2. Electrodo para medición de conductividad
- 3. Compensador de temperatura
- 4. Monitor
- 5. Teclado numérico

Figura N° 5: Partes del equipo Orion Versa Star Pro

## ANEXO N° 10

Preparación de reactivos para análisis volumétricos.

## Reactivos para la determinación de Dureza

### a) Indicador Negro de Eriocromo

Pesar 0.25 g de Negro de Eriocromo T y 2.25 g de Clorhidrato de Hidroxilamina, disolver esta mezcla en 25.0 mL de alcohol etílico al 95% luego transferir a un balón volumétrico de 50 mL y se afora a volumen con alcohol etílico al 95%, rotular y colocar en un frasco.

### b) Solución Buffer

Disolver 6.76 g de cloruro amónico ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) en 57.2 ml de hidróxido de amonio ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ). Añadir 0.5 g de sal de magnesio de EDTA y colocar en un balón de 100 mL llevar a volumen con agua destilada, rotular y colocar en un frasco.

### c) Titulante de EDTA 0.01 M

Pesar 3.723 g de etilendiaminotetracetato disódico trihidrato, también llamado (etilenodinitrilo) sal disódica del ácido tetraacético (EDTA); llevar a volumen con agua destilada hasta 1000 mL, colocar en un frasco plástico y rotular.

### d) Estándar de Carbonato de Calcio

Pesar en un erlenmeyer de 500 mL, 0.25 g de polvo de  $\text{CaCO}_3$  anhidro previamente secado a 105 °C por 12 horas.

Colocar un embudo en el cuello del Erlenmeyer y añadir poco a poco, 1 + 1 Ácido Clorhídrico hasta la disolución total del  $\text{CaCO}_3$ . Añadir 200 mL de agua destilada y hervir durante unos minutos para expeler el  $\text{CO}_2$ . Enfriar, luego agregar unas gotas de indicador rojo de metilo y ajustar al color naranja intermedio por adición Hidróxido de Amonio 3N o 1 + 1 Ácido Clorhídrico según se requiera. Llevar a volumen en un balón volumétrico de 250 mL con agua destilada.

### e) Estandarización de EDTA

Diluir 25 ml de estándar de Carbonato de Calcio hasta alrededor de 50 ml de agua destilada en un erlenmeyer. Añadir 2 ml de solución buffer para dar un pH de 10,0 a 10,1. Añadir dos gotas de solución indicadora Negro de Eriocromo T y

poco a poco, añádase titulante EDTA estándar, removiendo continuamente, hasta que desaparezcan los últimos matices rojizos. Añádanse las últimas gotas con intervalos de 3-5 segundos. En el punto final, la solución suele ser azul.

### **Reactivos para Alcalinidad Total**

#### **a) Indicador Naranja de Metilo**

Pesar 0.0250 g de Naranja de metilo y llevar a 25 mL en un balón volumétrico con agua destilada, rotular y guardar en un frasco.

#### **b) Ácido Sulfúrico 0.02 N**

Transferir 200 mL de Ácido Sulfúrico 0.1 N y llevar a 1000 mL en un balón volumétrico con agua destilada, rotular y guardar en un frasco ámbar.

#### **c) Tiosulfato Sódico 0.1N**

Pesar 25g de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  y llevar a 1000 mL en un balón volumétrico con agua destilada.

#### **d) Estándar de Carbonato Sódico**

Pesar 1.25 g de Carbonato Sódico previamente secado  $250^\circ\text{C}$  durante 4 horas y enfríense en desecador; transferir a un balón volumétrico de 500 mL y llevar a volumen con agua destilada.

#### **e) Estandarización de Ácido Sulfúrico 0.02 N**

Estandarizar mediante titulación potenciométrica de 15,0 ml de Carbonato Sódico, hervir suavemente durante 3-5 min cubriendo con un vidrio de reloj, Enfriar la solución de estándar de Carbonato Sódico a temperatura ambiente, agregar 2 gotas de Tiosulfato Sódico 0.1N y 2 gotas del indicador Naranja de Metilo y titular en el punto de inflexión de pH se evidencia el cambio de color persistente de amarillo a rojo naranja.

### **Reactivos para Cloruros**

**a) Indicador de Cromato Potásico**

Pesar 5 g de  $K_2CrO_4$ , agregar solución de  $AgNO_3$  hasta formar precipitado rojo, dejar reposar durante 24 horas. Filtrar y llevar a volumen en un balón volumétrico de 100 mL con agua destilada.

**b) Nitrato de Plata 0.0141 M**

Pesar 2.395 g de  $AgNO_3$  y llevar a volumen con agua destilada en un balón de 1000 mL.

**c) Estándar de Cloruro de Sodio**

Pesar 0.206 g de Cloruro de Sodio previamente secado a  $140^\circ C$  y aforar con agua destilada en un balón volumétrico de 250 mL.

**d) Estandarización de Nitrato de Plata 0.0141 M**

Medir 10 mL de solución Estándar de Cloruro de Sodio más 40 mL de agua destilada en un erlenmeyer, añadir 1,0 ml de solución indicadora de Cromato Potásico  $K_2CrO_4$ . Titular con Nitrato de Plata  $AgNO_3$  0.0141 M hasta un punto final amarillo rosado.

## ANEXO N° 11

Equipos utilizados en el Laboratorio.



Figura N° 21: Equipos utilizados en los análisis.

- a) Equipo Thermo Scientific Star Pro,
- b) Equipo LaMotte TC-3000
- c) Equipo Fotometro Nova 60 de Merck,
- d) Microcuchara raza

## ANEXO N° 12

Equipo Auxiliar, Cristalería y Reactivos utilizados en el Laboratorio.

**a) Color**

**Reactivos**

Agua destilada

**Cristalería**

Celda código: 0290

Beaker de 250 mL

Beaker 50 mL

**b) Sabor y olor**

**Cristalería**

Beaker de 100 mL

**c) Temperatura**

**Cristalería**

Termómetro

**d) Conductividad eléctrica**

**Cristalería**

Beaker 50 mL

Beaker 500 mL

**Equipo Auxiliar:**

Placa calefactora

Termómetro digital

**e) Turbidez**

**Cristalería**

Beaker de 50 mL

Beaker de 250 mL

## **f) pH**

### **Cristalería**

Beaker 50 mL

Beaker 250 mL

Beaker 500 mL

### **Equipos Auxiliares**

Placa calefactora

Termómetro digital

## **g) Alcalinidad total**

### **Reactivos**

Solución de carbonato sódico

Ácido sulfúrico 0.02 N

Anaranjado de metilo

Agua destilada

### **Cristalería**

Pipeta Volumétrica de 20 mL

Pipeta Volumétrica de 15 mL

Erlenmeyer de 50 mL

Bureta

Beaker de 50 mL

Beaker 250 mL

Agitador de vidrio

Balón volumétrico 100 mL

Balón volumétrico de 1000 mL

### **Equipos auxiliares**

Balanza analítica

Soporte de metal

### **h) Cloruros**

#### **Reactivos**

Nitrato de plata 0.014 M

Solución indicadora de Cromato Potásico

Agua destilada

Solución de Cloruro de Sodio

#### **Cristalería**

Beaker 50 mL

Beaker de 100 mL

Beaker 250 mL

Bureta

Balón Volumétrico de 1000 mL

Balón Volumétrico de 100 mL

Agitador de vidrio

Pipeta volumétrica de 25 mL

Pipeta volumétrica de 50 mL

### **Equipos auxiliares**

Balanza analítica

Soporte de metal

### **i) Cloro Residual Libre**

#### **Cristalería**

Beaker 50 mL

Beaker 250 mL

Trituradora de tableta (código: 0175)

**Reactivos**

Tabletas código cloro DPD #1

Agua destilada

**j) Dureza**

**Cristalería**

Beaker 50 mL

Beaker 250 mL

Erlenmeyer de 250 mL

Bureta

Agitador de vidrio

Balón volumétrico de 1000 mL

Balón volumétrico de 100 mL

Pipeta volumétrica de 50 mL

Pipeta volumétrica de 25 mL

**Reactivos**

EDTA 0.01 M

Solución de Carbonato de Calcio

Solución indicadora negro de Eriocromo T

Solución Buffer cloruro de Amonio - Hidróxido de amonio

Agua destilada

**Equipos auxiliares**

Soporte de metal

Balanza analítica

**k) Hierro total**

**Cristalería**

Beaker de 50 mL

Pipeta volumétrica de 5 mL

Tubo de rosca

Cubeta

**Reactivos**

Reactivo código: Fe-1

Agua destilada

**l) Manganeso**

**Cristalería**

Beaker de 50 mL

Pipeta volumétrica de 5 mL

Tubo de rosca

Cubeta

**Reactivos**

Reactivo código: Mn-1

Reactivo código: Mn-2

Reactivo código: Mn-3

Agua destilada

**m) Nitratos**

**Cristalería**

Beaker de 50 mL

Beaker de 100 mL

Pipeta volumétrica de 5 mL

Pipeta volumétrica de 1 mL

Pipeta volumétrica de 0.5 mL

Tubo de rosca

### **Reactivos**

Reactivo código: NO-1

Reactivo código: NO-2

Agua destilada

## **n) Sulfatos**

### **Cristalería**

Beaker de 50 mL

Beaker de 100 mL

Beaker de 250 mL

Pipeta volumétrica de 2 mL

Pipeta volumétrica de 0.5 mL

Tubo de rosca

### **Reactivos**

Reactivo código: SO4-1

Reactivo código: SO4-2

Reactivo código: SO4-3

Reactivo código: SO4-4

Agua destilada

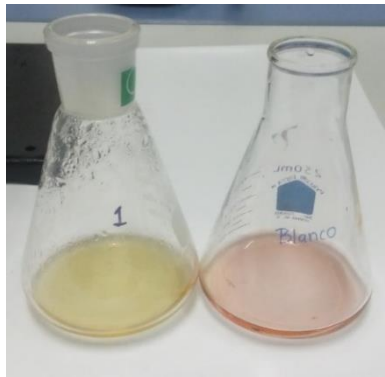
### **Equipos auxiliares**

Termómetro digital

Placa calefactora

ANEXO N° 13

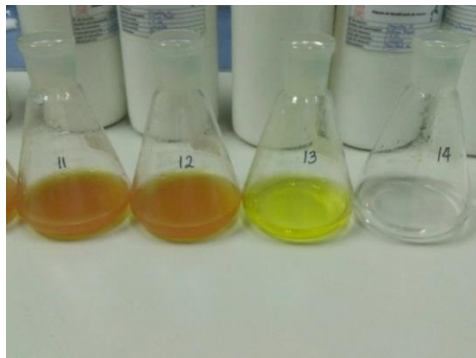
Fotografías de la parte experimental.



Análisis de parámetro Alcalinidad total



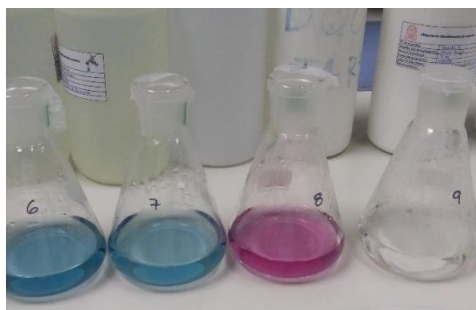
Análisis de parámetro Alcalinidad total



Análisis de parámetro Cloruros



Análisis de parámetro Cloruros



Análisis de parámetro Dureza



Análisis de parámetro Dureza

Figura N° 22: Determinación de Alcalinidad total, Cloruros y Dureza total por el método volumétrico.

#### ANEXO N° 14

Cálculos para los parámetros químicos (Dureza, Alcalinidad Total y Cloruros; realizadas por método Volumétrico).

## Dureza.

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

### Gramos de carbonato de calcio

0.250 g  $\text{CaCO}_3$  \_\_\_\_\_ 250 mL

X g de  $\text{CaCO}_3$  \_\_\_\_\_ 25 mL

$$X = 0.025 \text{ g de } \text{CaCO}_3$$

1 ml = 1,0 mg de  $\text{CaCO}_3$ .

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

$M = 0.025 \text{ g} / ((24.5 \text{ mL} / 1000) (100))$

$M = 0.0102041$

La concentración real de EDTA es de 0.010232 M

Factor de corrección =  $0.010232 / 0.01$

Factor de corrección = 1.0232

Volumen de EDTA gastado	Molaridad del EDTA
24.5 mL	0.0102041 M
24.4 mL	0.0102459 M
24.4 mL	0.0102459 M

### Ejemplo para muestra 1.

Dureza (EDTA) como mg de  $\text{CaCO}_3$ /l

Dureza =  $(A \cdot B \cdot 1000) / \text{ml de muestra}$

Donde

A = ml de titulación para la muestra

B = mg  $\text{CaCO}_3$  equivalente a 1,0 ml de titulante EDTA.

Volumen gastado =  $6.8 \text{ mL} - 0.1 \text{ mL (blanco)} = 6.7$

Volumen corregido (6.7 mL \* 1.02 FC) =6.85544 mL

Primera muestra

Dureza= (6.85544 mL \*1 mg de CaCO<sub>3</sub> \*1000) / 25 mL de muestra

Dureza= 274.2176 mg/l

### Alcalinidad Total

Gramos de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> en alícuota tomada para la titulación.

**Gramos de carbonato de sódico**

1.25 g Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> \_\_\_\_\_ 500 mL

X g de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> \_\_\_\_\_ 15 mL

X= 0.0375 g de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

1 ml = 1,0 mg de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

N= (A\*B)/ 53.00 \*C

A = g de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, pesados en el erlenmeyer

B = ml de solución de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> tomados para titulación

C = ml de ácido empleados

N= (1.25 \*15)/ (53.00 \*17.4)

La concentración real del Ácido Sulfúrico es de 0.02040 N

Factor de corrección= 0.0204033/0.02

Factor de corrección= 1.020166

Volumen de Acido gastados	Normalidad de Ácido Sulfúrico
17.4 mL	0.02033 N
17.3 mL	0.02044 N
17.3 mL	0.02044 N

### Ejemplo para muestra 1.

Alcalinidad

Donde

Alcalinidad=  $(A \cdot N \cdot 5000) / \text{mL de muestra}$

Volumen gastado= 3.0 mL - 0.2 mL (blanco) = 2.8 mL

Volumen corregido (2.8 mL \* 1.020166FC) = 2.8564648

Primera muestra

Alcalinidad=  $(2.8564648 \text{ mL} \cdot 0.02 \cdot 50,000) / 20 \text{ mL de muestra}$

Alcalinidad= 142.82 mg/L

### Cloruros

Gramos de NaCl en alícuota tomada para la titulación.

#### Gramos de Cloruro de Sodio

0.8240 g de NaCl \_\_\_\_\_ 1000 mL

X g de NaCl \_\_\_\_\_ 250 mL

X= 0.206 g de NaCl

0.2061 g de NaCl \_\_\_\_\_ 250 mL

|

10 mL

X=0.008244 g de NaCl en alícuota

1,00 ml = 500  $\mu\text{g Cl}^-$

M= (g NaCl) / (Vol. Nitrato de Plata X PM)

M=0.008244 g de NaCl/ (10.7 mL/1000\* 58.44 g/mol)

M= 0.0131839

La concentración real de Nitrato de Plata 0.0131432

Factor de corrección= 0.0131432/0.0141

Factor de corrección= 0.932141

Volumen de Nitrato de Plata gastados	Molaridad del EDTA
10.7 mL	0.0131839 M
10.7 mL	0.0131839 M
10.8 mL	0.0130618 M

### Ejemplo para muestra 1.

$\text{mg Cl}^-/\text{l} = (A-B) \cdot N \cdot 35.45 / \text{mL de muestra}$

Donde

A = ml valoración para la muestra,

B = ml valoración para el blanco, y

N = normalidad de  $\text{AgNO}_3$

Volumen gastado =  $4.1 \text{ mL} - 0.9 \text{ mL (blanco)} = 3.2 \text{ mL}$

Volumen corregido ( $3.2 \text{ mL} \cdot 0.932141 \text{ FC}$ ) =  $2.9828512 \text{ mL}$

$\text{mg Cl}^-/\text{l} = (A-B) \cdot N \cdot 35.45 / \text{mL de muestra}$

$\text{mg Cl}^-/\text{l} = (2.9828512) \cdot 0.0141 \text{ M} \cdot 35.45 / (50 \text{ mL})$

$\text{mg Cl}^-/\text{l} = 0.0298192$

## ANEXO N° 15

Apartado de límites máximos permisibles según la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua. Agua potable, NSO 13:07.01:99 para Conductividad <sup>(5)</sup>.

#### 4.2 REQUISITOS DE CALIDAD FÍSICO-QUÍMICOS

Tabla 2. Límites permisibles de características físicas y organolépticas

Parámetro	Unidad	Límite Máximo Permissible
Color Verdadero	(Pt-Co)	15
Olor	-	No Rechazable
pH	-	8.5 <sup>1)</sup>
Sabor	-	No Rechazable
Sólidos totales disueltos	mg/l	1000 <sup>2)</sup>
Turbidez	UNT	5 <sup>3)</sup>
Temperatura	°C	No Rechazable

<sup>1)</sup> Límite Mínimo Permissible 6.0 Unidades

Tabla 3 Valores para Sustancias Químicas

Parámetro	Límite Máximo Permissible (mg/l)
Aluminio	0.2
Antimonio	0.006
Cobre	1.3
Dureza Total como (CaCO <sub>3</sub> )	500
Fluoruros	1.00
Plata	0.07
Sodio	200.00
Sulfatos	400.00
Zinc	5.00
Hierro Total	0.30 <sup>1)</sup>
Manganeso	0.1 <sup>1)</sup>

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

**Tabla 4 Valores para sustancias químicas de tipo inorgánico de alto riesgo para la salud**

Parámetro	Limite Máximo Permissible <sup>1)</sup> mg/l
Arsénico	0.01
Bario	0.70
Boro	0.30
Cadmio	0.003
Cianuros	0.05
Cromo (Cr <sup>+6</sup> )	0.05
Mercurio	0.001
Niquel	0.02
Nitrato (NO <sub>3</sub> ) <sup>1)</sup>	45.00
Nitrito (Medido como Nitrógeno) <sup>1)</sup>	1.00
Molibdeno	0.07
Plomo	0.01
Selenio	0.01

- 1) Dado que los nitratos y los nitritos pueden estar simultáneamente presentes en el agua de bebida, la suma de las razones de cada uno de ellos y su respectivo límite máximo permisible no debe superar la unidad, es decir

**Tabla 8. Valores para cloro residual**

PARÁMETRO	Limite máximo permisible (mg/l) 1)
Cloro residual libre	1.1

<sup>1)</sup>Mínimo: 0,3 mg/l para condiciones en las que no hayan brotes de enfermedades por consumo de agua contaminada

El límite recomendado seguro y deseable de cloro residual libre en la primera vivienda más próxima al punto de inyección al sistema de abastecimiento de agua con cloro es de 1.1 mg/l y en los puntos más alejados del sistema de distribución es de 0.3 mg/l, después de 30 minutos de contacto, con el propósito principal de reducir al 99.99% de patógenos entéricos.

En ocasiones en que amenacen o prevalezcan brotes de enfermedades de origen hídrico el residual de cloro debe mantenerse un límite máximo permisible permisible de 1,5 mg/l y un límite mínimo permisible de 0,6 mg/l en todas las partes del sistema de distribución, haciendo caso omiso de los olores y sabores en el agua de consumo. Deben tomarse medidas similares en los casos de interrupciones o bajas en la eficiencia de los tratamientos para potabilizar el agua.

Los valores recomendados y el valor máximo admisible de estas especificaciones están sujetos a modificarse cuando se pueda emplear un método analítico sencillo pero preciso y exacto para determinar la presencia de las sustancia denominadas "Trihalometanos Totales" (THM) en el agua de consumo, siempre que no sobrepase el límite de 100 µg/litro

<i>VALORES PARA AGUA POTABLE</i>			
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR RECOMENDADO</b>	<b>VALOR MÁXIMO ADMISIBLE</b>
Color Aparente	-	NR	-
Color Verdadero	Mg/l (Pt-Co)	-	15
Conductividad	Mmho/cm a 25°	500	1,600
Olor	No del umbral de Olor	NR	3
pH	-	6.0 – 8.5	-
Sabor	No de umbral de Sabor	NR	1
Sólidos totales disueltos	Mg/l	300	600
Temperatura	°C	18 a 30	NR*
Turbiedad	UNT	1	5

## ANEXO N° 16

Apartado del Límite establecido para el parámetro de cloruro, según la guía para la calidad del agua potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS) <sup>(17)</sup>.

### 10.1.2 Contaminantes de origen químico

#### Aluminio

Las fuentes más comunes de aluminio en el agua de consumo son el aluminio de origen natural y las sales de aluminio utilizadas como coagulantes en el tratamiento del agua. La presencia de aluminio en concentraciones mayores que 0,1–0,2 mg/l suele ocasionar quejas de los consumidores como consecuencia de la precipitación del floculo de hidróxido de aluminio en los sistemas de distribución y el aumento de la coloración del agua por el hierro. Por lo tanto, es importante optimizar los procesos de tratamiento con el fin de reducir al mínimo la presencia de residuos de aluminio en el sistema de abastecimiento. En buenas condiciones de funcionamiento, pueden alcanzarse, en muchas circunstancias, concentraciones de aluminio menores que 0,1 mg/l. Los datos científicos disponibles no permite calcular un valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el aluminio en el agua de consumo (consulte los apartados 8.5.4 y 12.5).

#### Amoniaco

La concentración correspondiente al umbral olfativo del amoniaco a pH alcalino es de aproximadamente 1,5 mg/l, y se ha sugerido un umbral gustativo de 35 mg/l para el catión amonio. Estas concentraciones de amoniaco no tienen repercusión directa sobre la salud y no se ha propuesto ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud (consulte los apartados 8.5.3 y 12.6).

#### Cloruro

Las altas concentraciones de cloruro confieren un sabor salado al agua y las bebidas. Hay diversos umbrales gustativos para el anión cloruro en función del catión asociado: los correspondientes al cloruro sódico, potásico y cálcico están en el intervalo de 200 a 300 mg/l. A concentraciones superiores a 250 mg/l es cada vez más probable que los consumidores detecten el sabor del cloruro, pero algunos consumidores pueden acostumbrarse al sabor que produce en concentraciones bajas. No se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el cloruro en el agua de consumo (consulte los apartados 8.5.4 y 12.22).

#### Cloro

La mayoría de las personas pueden detectar, mediante el olfato o el gusto, la presencia en el agua de consumo de concentraciones de cloro bastante menores que 5 mg/l, y algunas incluso pueden detectar hasta 0,3 mg/l. Si la concentración de cloro libre residual alcanza valores de 0,6 a 1,0 mg/l, aumenta la probabilidad de que algunos consumidores encuentren desagradable el sabor del agua. El umbral gustativo del cloro es menor que su valor de referencia basado en efectos sobre la salud (consulte los apartados 8.5.4 y 12.23).

#### Clorofenoles

Los umbrales gustativos y olfativos de los clorofenoles son generalmente muy bajos. Los umbrales gustativos en agua del 2-clorofenol, el 2,4-diclorofenol y el 2,4,6-triclorofenol son 0,1, 0,3 y 2 µg/l, respectivamente. Los umbrales olfativos son 10, 40 y 300 µg/l, respectivamente. Si el agua que contiene 2,4,6-triclorofenol no tiene ningún sabor, es improbable que suponga un riesgo importante para la salud (consulte el apartado 12.26). Puede haber microorganismos en los sistemas de distribución que metilen los clorofenoles y produzcan cloroanisoles, cuyo umbral olfativo es bastante más bajo.

## Anexo N° 17

Apartado de la Norma Técnica Salvadoreña NTS/ISO IEC 17025:2017  
requisitos generales para la competencia de los ensayos y calibración.

Requisitos comunes para los informes de ensayo <sup>(16)</sup>.



**NORMA  
TÉCNICA  
SALVADOREÑA**

**NTS ISO/IEC 17025:2017**

---

**Requisitos generales para la competencia de los  
laboratorios de ensayo y calibración**

---

**CORRESPONDENCIA:** Esta Norma es una adopción idéntica (IDT) a la Norma ISO/IEC 17025:2017, "General requirements for the competence of testing and calibration laboratories".

---

Publicado por el Organismo Salvadoreño de Normalización (OSN), Dirección 1ª Calle Poniente, Final 41 Avenida Norte, #18, Colonia Flor Blanca, San Salvador, El Salvador. Teléfono: 2590-5300  
Sitio Web: <http://www.osn.gob.sv> Correo electrónico: [normalizacion@osn.gob.sv](mailto:normalizacion@osn.gob.sv)

ICS 03.120.20

NTS 03.00.07:17

---

Derechos Reservados



ORGANISMO SALVADOREÑO DE NORMALIZACIÓN

- b) participación en comparaciones interlaboratorio diferentes de ensayos de aptitud.

**7.7.3** Los datos de las actividades de seguimiento se deben analizar, utilizar para controlar y, cuando sea aplicable, mejorar las actividades del laboratorio. Si se detecta que los resultados de los análisis de datos de las actividades de seguimiento están fuera de los criterios predefinidos, se deben tomar las acciones apropiadas para evitar que se informen resultados incorrectos.

## **7.8 Informe de resultados**

### **7.8.1 Generalidades**

**7.8.1.1** Los resultados se deben revisar y autorizar antes de su liberación.

**7.8.1.2** Los resultados se deben suministrar de manera exacta, clara, inequívoca y objetiva, usualmente en un informe (por ejemplo, un informe de ensayo o un certificado de calibración o informe de muestreo), y deben incluir toda la información acordada con el cliente y la necesaria para la interpretación de los resultados y toda la información exigida en el método utilizado. Todos los informes emitidos se deben conservar como registros técnicos.

**Nota 1:** Para el propósito de este documento, los informes de ensayo y los certificados de calibración se denominan algunas veces certificados de ensayo e informes de calibración respectivamente.

**Nota 2:** Se pueden emitir informes impresos o en medio electrónico, siempre y cuando se cumplan los requisitos de este documento.

**7.8.1.3** En el caso de un acuerdo con el cliente, los resultados se pueden informar de una manera simplificada. Cualquier información enumerada de los apartados 7.8.2 a 7.8.7 que no se informe al cliente debe estar disponible fácilmente.

### **7.8.2 Requisitos comunes para los informes (ensayo, calibración o muestreo)**

**7.8.2.1** Cada informe debe incluir, al menos, la siguiente información, a menos que el laboratorio tenga razones válidas para no hacerlo, minimizando así cualquier posibilidad de interpretaciones equivocadas o de uso incorrecto:

- a) un título (por ejemplo, "Informe de ensayo", "Certificado de calibración" o "Informe de muestreo");
- b) el nombre y la dirección del laboratorio;
- c) el lugar en que se realizan las actividades de laboratorio, incluso cuando se realizan en las instalaciones del cliente o en sitios alejados de las instalaciones permanentes del laboratorio, o en instalaciones temporales o móviles asociadas;
- d) una identificación única de que todos sus componentes se reconocen como una parte de un informe completo y una clara identificación del final;
- e) el nombre y la información de contacto del cliente;

- f) la identificación del método utilizado;
- g) una descripción, una identificación inequívoca y, cuando sea necesario, la condición del ítem;
- h) la fecha de recepción de los ítems de calibración o ensayo, y la fecha del muestreo, cuando esto sea crítico para la validez y aplicación de los resultados;
- i) las fechas de ejecución de la actividad del laboratorio;
- j) la fecha de emisión del informe;
- k) la referencia al plan y método de muestreo usados por el laboratorio u otros organismos, cuando sean pertinentes para la validez o aplicación de los resultados;
- l) una declaración acerca de que los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo, calibración o muestreo;
- m) los resultados con las unidades de medición, cuando sea apropiado;
- n) las adiciones, desviaciones o exclusiones del método;
- o) la identificación de las personas que autorizan el informe;
- p) una identificación clara cuando los resultados provengan de proveedores externos.

**Nota:** La inclusión de una declaración que especifique que sin la aprobación del laboratorio no se debe reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, puede proporcionar seguridad de que partes de un informe no se sacan de contexto.

**7.8.2.2** El laboratorio debe ser responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto cuando la información la suministre el cliente. Los datos suministrados por el cliente deben ser claramente identificados. Además, en el informe se debe incluir un descargo de responsabilidad cuando la información sea proporcionada por el cliente y pueda afectar a la validez de los resultados. Cuando el laboratorio no ha sido responsable de la etapa de muestreo (por ejemplo, la muestra ha sido suministrada por el cliente), en el informe se debe indicar que los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

### **7.8.3 Requisitos específicos para los informes de ensayo**

**7.8.3.1** Además de los requisitos del apartado 7.8.2, los informes de ensayo deben incluir lo siguiente, cuando sea necesario para la interpretación de los resultados del ensayo:

- a) información sobre las condiciones específicas del ensayo, tales como condiciones ambientales;
- b) cuando sea pertinente, una declaración de conformidad con los requisitos o especificaciones (Ver 7.8.6);

- c) cuando sea aplicable, la incertidumbre de medición presentada en la misma unidad que el mensurando o en un término relativo al mensurando (por ejemplo, porcentaje) cuando:
  - sea pertinente a la validez o aplicación de los resultados de ensayo;
  - una instrucción del cliente que lo requiera; o,
  - la incertidumbre de medición afecte la conformidad con un límite de especificación.
- d) cuando sea apropiado, opiniones e interpretaciones (Ver 7.8.7);
- e) información adicional que pueda ser requerida por métodos específicos, autoridades, clientes o grupos de clientes.

**7.8.3.2** Cuando el laboratorio es responsable de la actividad de muestreo, los informes de ensayo deben cumplir con los requisitos enumerados en el apartado 7.8.5, cuando sea necesario para la interpretación de los resultados del ensayo.

#### **7.8.4 Requisitos específicos para los certificados de calibración**

**7.8.4.1** Además de los requisitos del apartado 7.8.2, los certificados de calibración deben incluir lo siguiente:

- a) la incertidumbre de medición del resultado de medición presentado en la misma unidad que la de la unidad del mensurando o en un término relativo a dicha unidad (por ejemplo, porcentaje);

**Nota:** De acuerdo con la Guía ISO/IEC 99, un resultado de medición se expresa generalmente como un valor de una magnitud única medida, incluyendo la unidad de medición y una incertidumbre de medición.
- b) las condiciones (por ejemplo, ambientales) en las que se hicieron las calibraciones, que influyen en los resultados de medición;
- c) una declaración que identifique cómo las mediciones son trazables metrológicamente (Ver el Anexo A);
- d) los resultados antes y después de cualquier ajuste o reparación, si están disponibles;
- e) cuando sea pertinente, una declaración de conformidad con los requisitos o especificaciones (Ver 7.8.6);
- f) cuando sea apropiado, opiniones e interpretaciones (Ver 7.8.7).

**7.8.4.2** Cuando el laboratorio es responsable de la actividad de muestreo, los certificados de calibración deben cumplir con los requisitos enumerados en el apartado 7.8.5, cuando sea necesario para la interpretación de los resultados de calibración.

## Anexo N° 18

Informe de resultados emitidos por el Laboratorio de la Facultad de Ciencias  
Agronómicas para los parámetros de Plomo y Arsénico.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS  
DEPARTAMENTO DE QUIMICA AGRICOLA

RESULTADO DE ANÁLISIS


Fecha de Emisión: 14 de noviembre de 2018  
Fecha de ingreso: 26 de septiembre de 2018  
Tipo de Muestra: Agua potable  
Análisis solicitado: Arsenico y Plomo  
Usuario: Br. Mirna Guadalupe Reyes García

No de muestras	Identificación de muestra	Resultado Plomo (mg/l)	Máximo de Pb según NSO 13.07.01.08 (mg/l)	Resultado Arsénico (mg/l)	Máximo de As según NSO 13.07.01.08 (mg/l)	Metodología
067	Mx 1	< 0.001	0.01	0.007	0.01	Plomo: Espectrofotometría de Absorción Atómica por horno de grafito  Arsénico: Espectrofotometría de Absorción Atómica por Generación de Hidruros
068	Mx 2	< 0.001		0.015		
069	Mx 3	< 0.001		0.007		
070	Mx 4	< 0.001		0.005		
071	Mx 5	< 0.001		0.011		
072	Mx 6	< 0.001		0.010		
073	Mx 7	< 0.001		0.011		
074	Mx 8	< 0.001		0.011		
075	Mx 9	< 0.001		0.011		
076	Mx 10	< 0.001		0.017		
077	Mx 11	< 0.001		0.012		
078	Mx 12	< 0.001		0.010		
079	Mx 13	< 0.001		0.017		
080	Mx 14	< 0.001		0.019		

Analistas: MSc. Lic. Freddy Alexander Carranza, MSc. Licda. Lorena de Torres,  
Lic. Mario Hernandez

Atentamente,

"HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA"

  
M. Sc. Freddy Alexander Carranza  
Jefe del Departamento de Química Agrícola





UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS  
DEPARTAMENTO DE QUIMICA AGRICOLA

**RESULTADO DE ANÁLISIS**

Fecha de Emisión: 14 de noviembre de 2018  
Fecha de ingreso: 17 de octubre de 2018  
Tipo de Muestra: Agua potable  
Análisis solicitado: Plomo y Arsenico  
Usuario: Br. Mirna Guadalupe Reyes García

No de muestras	Identificación de muestra	Resultado Plomo (mg/l)	Máximo de Pb según NSO 13.07.01.08 (mg/l)	Resultado Arsénico (mg/l)	Máximo de As según NSO 13.07.01.08 (mg/l)	Metodología
092	Mx 1	0.001	0.01	0.006	0.01	Plomo: Espectrofotometría de Absorción Atómica por horno de grafito  Arsénico: Espectrofotometría de Absorción Atómica por Generación de Hidruros
093	Mx 2	0.001		0.015		
094	Mx 3	0.005		0.004		
095	Mx 4	0.001		0.004		
096	Mx 5	0.001		0.012		
097	Mx 6	< 0.001		0.013		
098	Mx 7	0.004		0.013		
099	Mx 8	0.001		0.014		
100	Mx 9	< 0.001		0.013		
101	Mx 10	0.006		0.015		
102	Mx 11	< 0.001		0.011		
103	Mx 12	0.007		0.010		
104	Mx 13	< 0.001		0.013		
105	Mx 14	0.006		0.017		

Analistas: MSc. Lic. Freddy Alexander Carranza, MSc. Licda. Lorena de Torres,  
Lic. Mario Hernandez

Atentamente,

**"HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA"**

M. Sc. Freddy Alexander Carranza  
Jefe del Departamento de Química Agrícola

