



**SEP**  
SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



## **INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ**

**“PROCEDIMIENTO PARA ASEGURAR LA CALIDAD DEL AGUA  
NO POTABLE DE ACUERDO AL ANÁLISIS NOM-127-SSA1-1994  
DE LA EMPRESA LÁCTEOS DE CHIAPAS PRADEL S.A. DE C.V.”**

### **INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA**

**P R E S E N T A**

**MANRRE LEDESMA GARCÍA**

**ASESOR**

**DR JOSÉ HUMBERTO CASTAÑÓN GONZÁLEZ**

**TUXTLA GUTIERREZ**

**JUNIO 2018**

## Contenido

<b>1. Introducción</b> .....	5
<b>2. Justificación</b> .....	9
<b>3. Objetivos</b> .....	10
<b>3.1. Objetivo general</b> .....	10
<b>3.2. Objetivos específicos</b> .....	10
<b>4. Caracterización del área de trabajo.</b> .....	11
<b>5. Problemas a resolver, priorizándolos</b> .....	11
<b>6. Alcances y limitaciones</b> .....	12
<b>7. Antecedentes de la empresa lácteos de Chiapas</b> .....	12
<b>8. Fundamento teórico</b> .....	13
<b>8.1. importancia del agua para la vida.</b> .....	13
<b>8.2. Distribución del agua en la tierra.</b> .....	15
<b>8.3. Calidad de agua y tecnologías de potabilización</b> .....	15
<b>8.3.1. Datos principales</b> .....	15
<b>8.4. Informe de calidad de las aguas a tratar</b> .....	15
<b>8.5. Características físicas:</b> .....	16
<b>8.5.1. Turbiedad</b> .....	16
<b>8.5.2. Color</b> .....	17
<b>8.5.3. Olor y Sabor.</b> .....	17
<b>8.5.4. Temperatura.</b> .....	18
<b>8.6. Parámetros químicos en el agua</b> .....	18
<b>8.6.1. Alcalinidad</b> .....	18
<b>8.6.2. Acidez</b> .....	19
<b>8.6.3. Nitrógeno</b> .....	19
<b>8.6.4. Arsénico</b> .....	19
<b>8.6.5. Cloruros</b> .....	20
<b>8.6.6. Sólidos.</b> .....	20
<b>8.6.6.1. Sólidos totales</b> .....	20
<b>8.6.6.2. Sólidos disueltos.</b> .....	21
<b>8.6.6.3. Sólidos suspendidos.</b> .....	21

8.6.6.4.	Sólidos sedimentables.....	21
8.6.7.	Conductividad.....	22
8.6.8.	Dureza.....	22
8.6.9.	Hierro.....	22
8.6.10.	Manganeso.....	23
8.6.11.	Oxígeno disuelto, DBO <sub>5</sub> y DQO.....	23
8.6.12.	DBO <sub>5</sub> y DQO.....	23
8.6.13.	pH.....	24
8.7.	Parámetros microbiológicos en el agua.....	25
8.7.1.	Coliformes.....	25
8.7.2.	<i>Escherichia coli</i> .....	25
8.7.3.	Bacterias mesófilicas.....	25
8.7.3.1.	Características.....	26
9.	Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.....	27
9.1.	Normas de referencia.....	27
9.2.	Diseño experimental.....	28
9.3.	Determinación de temperatura, color y olor.....	28
9.4.	Determinación de parámetros químicos mediante un kit, método colorímetro.....	28
9.4.1.	Cloro por test kit medidor de cloro.....	28
9.4.2.	Preparación de solución ortotolidina al 0.1%.....	29
9.5.	Determinación de pH.....	29
9.5.1.	Prueba del potenciómetro.....	29
9.6.	Determinación de dureza.....	29
9.7.	Análisis microbiológico determinación de estándar “Mesófilos totales”.....	30
9.7.1.	Método conteo en placas.....	30
9.8.	Análisis microbiológico determinación de coliformes totales.....	31
9.8.1.	Método conteo en placas.....	31
10.	Medios de cultivo.....	32
10.1.	Preparación del agar para métodos estándares.....	32
10.1.1.	Fórmula / Litro.....	32
10.1.2.	Procedimiento.....	32
10.2.	Preparación del agar bilis y rojo violeta.....	33

10.2.1.	Propósito de uso.....	33
10.2.2.	Resumen y explicación del producto .....	33
10.2.3.	Principios del procedimiento.....	33
10.2.4.	Fórmula / Litro .....	34
10.2.5.	Procedimiento .....	34
11.	Resultados.....	35
12.	Diagrama del agua potable.....	576
13.	Conclusiones.....	597
14.	Referencias bibliograficas.....	59
15.	Anexos.....	61

## 1. Introducción

El agua es un recurso de volumen relativamente constante dentro del ciclo evaporación-condensación-precipitación. Durante muchos años se consideró como un recurso infinito, pero en la actualidad se sabe que su disponibilidad es limitada. El 80% de los problemas de salud, de los países subdesarrollados, está vinculado a la falta del agua potable o a la contaminación del agua utilizada para el consumo. Se debe tener presente, por lo tanto, que el abastecimiento de agua potable deficiente y poco segura representa un permanente problema de salud pública para la mayor parte de la población mundial (Alberto, 2008).

El agua es el compuesto químico que todos los seres vivos requieren para subsistir; sin agua no hay vida. Desde microorganismos hasta seres superiores como plantas y animales realizan sus funciones metabólicas y el agua es indispensable para ello es necesario realizar un tratamiento al agua cruda para que pueda ser ingerida por los seres humanos. Aunque erróneamente algunas personas suponen que el agua potable es químicamente pura, el agua potable, o que se considera adecuada para su consumo, contiene variables cantidades de sales minerales, principalmente de calcio, magnesio, sodio y potasio.

Estas sales minerales que siempre se encuentran presentes en las aguas naturales, son parte de los elementos que los seres vivos requieren como complemento de su dieta. Si no es así, deberán consumirse con otros alimentos como frutas y verduras o de lo contrario se presentarán deficiencias nutricionales. Un agua que se consume como agua potable, es deseable que contenga sales que son parte de los nutrientes o en caso de consumirse agua desmineralizada (por proceso de ósmosis inversa, o procesos similares que remueven sales minerales del agua), las sales que contiene el agua deberán consumirse con otros alimentos que los tienen en abundancia (Spellman, 2006).

Las aguas naturales que se consumen en la industria, los servicios y en otros usos, como ya se ha mencionado, pueden ser de fuentes subterráneas y fuentes superficiales. Las fuentes superficiales son las más susceptibles de contaminación ya que frecuentemente se vierten las aguas residuales domésticas e industriales a los ríos, lagos y lagunas (MMAD, 1984).

Las aguas subterráneas son menos susceptibles a la acción depredadora del hombre, pero ya es común y sobre todo en años recientes, detectar la contaminación de los acuíferos por actividades antropogénicas. La presencia de cantidades relativamente altas de fósforo y nitrógeno en las aguas potables superficiales y subterráneas, se debe a la actividad agrícola y forestal, en la cual se emplean cantidades exageradas y no controladas de fertilizantes, lo cual causa la eutrofización en los mantos acuíferos y la presencia de cantidades altas de nitratos que como se ha mencionado anteriormente no solo representa un desequilibrio en el ecosistema, sino que también genera un problema de salud (MMAD, 1984).

Por esta misma actividad agrícola y forestal mal practicada, se han podido detectar en acuíferos, restos de herbicidas y pesticidas en las aguas naturales, siendo las más susceptibles de daño, las aguas superficiales por su mayor probabilidad de contacto, aunque se han detectado cada vez con más frecuencia altos niveles de estos contaminantes en las aguas subterráneas, lo cual se debe a la infiltración de estos contaminantes desde las capas superiores hasta las capas subterráneas (MMAD, 1984).

Compuestos orgánicos persistentes, que no son fácilmente biodegradados también se pueden presentar en las aguas naturales como resultado de derrames accidentales o por negligencia al mezclarse aguas residuales de la industria con las aguas naturales que se emplean como fuentes de agua potable.

Aceites minerales, gasolinas, derivados del petróleo y otros compuestos sintéticos como: dioxinas, benzopireno, creosotas, etc. algunos de ellos sumamente tóxicos aun a niveles de trazas, arruinan la calidad del agua potable y no la hacen adecuada para su consumo directo sin tratamientos previos.

Metales tóxicos como: cadmio, mercurio, arsénico, cromo, plomo, etc. también se pueden encontrar cada vez más frecuentemente en aguas naturales. La presencia de metales se debe a acciones antropogénicas o a causas naturales.

Los derrames accidentales de compuestos químicos, la presencia de estos metales en aguas residuales que irresponsablemente se permite que se integren a las aguas naturales o situaciones similares, son causantes de la presencia de metales tóxicos en las aguas de consumo (PÉREZ VIDAL, *et*, 2009).

No solo la actividad del hombre ha afectado la calidad del agua, también, la sobreexplotación de los acuíferos subterráneos y las sequías prolongadas han causado que los niveles de los mantos freáticos se vean disminuidos a niveles tales que la mineralogía del yacimiento en que está en contacto el agua cambia en sus características y se detectan niveles altos de metales en aguas que originalmente no tenían valores apreciables de estos.

Plomo, arsénico, fierro, manganeso, flúor y sales disueltas se pueden encontrar en cantidades relativamente altas en acuíferos sobreexplotados en deterioro de la calidad del agua, por lo que si este es el caso deben tomarse acciones correctivas. La descripción y evaluación de la calidad de las aguas es una materia compleja, no exenta de controversias en cuanto a la capacidad de las diferentes metodologías para informar sobre el carácter cualitativo del recurso hídrico.

El problema reside fundamentalmente en la definición que se adopte del concepto calidad del agua, para el que existen distintas interpretaciones (PÉREZ VIDAL, *et*, 2009).

Así, se puede entender la calidad, desde un punto de vista funcional, como la capacidad intrínseca que tiene el agua para responder a los usos que se podrían obtener de ella, o desde un punto de vista ambiental, como la define la propuesta de Directiva Marco de las Aguas, como aquellas condiciones que deben darse en el agua para que ésta mantenga un ecosistema equilibrado y para que cumpla unos determinados objetivos de calidad (Manual de Operación de Plantas Potabilizadoras Transportables UPA 200T., 2003).

El consumo de aguas con niveles de contaminantes por arriba de la norma establecida para aguas potables, puede causar desde inconvenientes en su uso y consumo hasta situaciones extremas con deterioro en la salud de los usuarios y consumidores.

Para proteger la salud de los consumidores y prevenir enfermedades en los usuarios, se han establecido estándares o normas de calidad en el agua potable.



## 2. Justificación

En México, de acuerdo con investigaciones de la Coalición de Organizaciones Mexicanas por el Derecho al Agua, son 9 millones de personas las que no cuentan con el servicio de agua entubada y 13 millones los que viven en zonas rurales y urbanas que sí tienen el servicio, pero la calidad es mala, por lo que padecen de infecciones gastrointestinales y afecciones en la piel. Por lo anterior, es indispensable desarrollar en las comunidades rurales la necesidad de potabilizar el agua y que se genere una gran demanda de este recurso. Se deben buscar alternativas que atiendan las demandas específicas.

Por ende, la empresa lácteos de Chiapas cuenta con una planta potabilizadora de agua en el cual se hace abastecedora de agua por pozos profundos complementándolo de aguas superficiales, el cual es trasladado en pipas. El agua en la Naturaleza no suele ser pura pues contiene sólidos, líquidos y gases en disolución o en suspensión. Para obtener agua químicamente pura hay que someterla a una destilación o tratarla con resinas intercambiadores de iones.

### **3. Objetivos**

#### **3.1. Objetivo general**

- Determinar la composición fisicoquímica y microbiológica del agua no potable de acuerdo a la NOM-127-SSA1-1994 para mejorar su calidad.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- Determinar los componentes fisicoquímicos y microbiológicos del agua del pozo número 3.
- Determinar los componentes fisicoquímicos y microbiológicos del agua del pozo número 4.
- Determinar los componentes fisicoquímicos y microbiológicos del agua traída en pipas abastecedoras de agua.
- Determinar los componentes fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual del proceso.
- Realizar un diagrama de proceso para evitar contaminación cruzada de agua potable con no potable.
- Verificar que las líneas de agua potable no se crucen con las líneas de agua residual del proceso.

#### **4. Caracterización del área de trabajo.**

La empresa lácteos de Chiapas ubicado en la Carretera Berriozábal – Ocozocoautla Km 3.5 cuenta con un laboratorio de análisis para el control de calidad, para hacer los análisis correspondientes de los productos terminados, análisis del agua no potable. Proporcionan reactivos para realizar las determinaciones.

#### **5. Problemas a resolver, priorizándolos**

Lácteos de Chiapas es una de las principales industrias en el estado de Chiapas, se convierte en una de las principales en generar empleo, invirtiendo en los ganaderos del estado comprando la leche así mismo esta se encarga de ultra pasteurizarla obteniendo diferentes presentaciones de la marca Pradel. Esta se convierte a su vez en una actividad que trae consigo una de las problemáticas más importantes en producción tratándose del agua.

Actualmente se consume una cantidad de agua considerablemente alto, aproximadamente se consume la cantidad de 2325 m<sup>3</sup> mensuales. Los pozos que están ubicados en lácteos de Chiapas no contienen el volumen necesario para abastecer dicha cantidad de agua el cual se hallan forzado a diferentes opciones para suplir esta necesidad importante. Por lo tanto, se tiene la necesidad de traer agua de otros lugares, dicha agua es traída por pipas de Berriozábal Chiapas.

Una vez obtenido el volumen necesario para iniciar la producción del día. El agua es tratada para una purificación en donde es adicionado cierta cantidad de cloro no siendo la cantidad exacta posteriormente se va a un filtro de carbón, arena y arcilla, en este proceso quedan atrapados los sólidos en suspensión y soluciones diluidas el cual no cuenta con una eficiencia al 100%, luego pasa a un proceso de filtración de resina este proceso es con la finalidad de queden atrapados los sólidos que pasaron de filtro de carbón, el proceso siguiente solo los suavizadores que bajan la dureza del agua, son regenerados con agua de salmuera, el problema es que la sal que introducen es al tanteo, se cuantifica la cantidad exacta para el volumen

presente, por lo que en ocasiones tiende a ser muy dura. Otra de las problemáticas importantes es la cantidad de microorganismos que pueden quedar al agua tanto como coliformes totales y mesófilos totales.

## **6. Alcances y limitaciones**

Este procedimiento aplica a los propietarios y personal en general de la empresa lácteos de Chiapa S.A de C.V que cuenta con pozos abastecedores de agua el cual se encuentra ubicado en carretera Berriozábal-Ocozocoautla km 3.5 estado de Chiapas, el cual deberá alcanzar los límites permisibles de calidad de agua establecidos en la NOM-127 para su potabilización de acuerdo al art. 119 fracción. II y art. 220 y 221 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios.

## **7. Antecedentes de la empresa lácteos de Chiapas**

La unión ganadera regional del estado representada por el ingeniero agrónomo Sergio Zuarth Rojas llevo a cabo convocatorias a las asociaciones ganaderas de la entidad para solucionar los bajos precios de comercialización de la leche fresca y de acuerdo al estudio de viabilidad comercial con precios estables y con incrementos en el consumo de la leche ultra pasteurizada, nace el proyecto Lácteos de Chiapas, S.A. de C.V. que se constituye el 22 de septiembre del año 2000. Empresa a la que se lograron sumar a más de mil productores ganaderos de las distintas regiones lecheras del estado de Chiapas y conformar la tenencia accionaria de la sociedad. Actualmente somos 1,200 socios.

La planta ultra pasteurizadora está ubicada en el municipio de Berriozábal, Chiapas como punto estratégico de las distintas regiones de producción lechera del estado de Chiapas y de las principales ciudades de consumo de leche industrializada.

Inició operaciones el 4 de julio del año 2003.

## **8. Fundamento teórico**

### **8.1. importancia del agua para la vida.**

La importancia que el agua tiene para la vida en el planeta ha justificado múltiples eventos de todo tipo, desde cumbres de líderes mundiales hasta proyectos de investigación en los más diversos campos; en los últimos años han encontrado datos aterradores acerca del cambio climático, la devastación a que han sido sometidos grandes territorios que antes eran reservas boscosas generadoras de agua, los vertimientos de contaminantes a los cuerpos de agua y otros más que han ocasionado entrar en una fase de alerta máxima frente a la disponibilidad de este recurso, necesario para las actividades de vida, que se agota sin que hagamos mucho por conservarla

Para los prestadores del servicio de Acueducto cobra especial importancia la actual problemática de escasez y contaminación del agua dado que es esa su Materia Prima; a partir de lo que se toma de las fuentes, se debe realizar un proceso productivo muy controlado y cuidado que permita entregar, día a día, segundo a segundo, un producto terminado con estándares de calidad determinados por las respectivas autoridades sanitarias de cada país o región.

Las entidades que a nivel mundial se han encargado de promover tecnología y conocimiento en el campo del agua, se han comprometido para lograr que, hasta el último habitante de la aldea más alejada de los centros poblados, tengan acceso a saneamiento básico y agua en igualdad de condiciones que cualquier ciudadano de la metrópoli más avanzada, continuamente celebran eventos para llamar la atención sobre la problemática del agua.

En el medio Académico-investigativo, se producen diariamente estudios cuyos informes están a disposición de quien desee aprovecharlos para beneficio de sus comunidades, sirven de guía para implementar soluciones y/o de modelo para realizar estudios similares; estos estudios cubren todos los aspectos de la problemática del agua. Los parámetros de calidad no son universales, cada región o país tiene aspectos específicos para controlar y de ser los mismos, los valores

pueden diferir. Los organismos asesores y de ayuda técnica establecen equipos a través de los países más vulnerables para realizar estudios específicos e implementar soluciones adaptadas a las necesidades regionales, la Organización Mundial de la Salud ha entregado las Guías para la calidad del agua de bebida como publicaciones base en el sector, además entrega una serie de documentos que cubren aspectos relacionados, procura garantizar que los pobladores de los países donde se hacen presentes tengan soluciones de saneamiento básico y agua potable.

Las empresas prestadoras del servicio de acueducto toman agua cruda de diferentes fuentes y la someten al proceso de tratamiento indicado, de acuerdo con las condiciones de calidad con que ésta llegue al punto de captación y con el objeto de llevar el producto final a cumplir con los estándares definidos para cada región.

El seguimiento y control de los parámetros de calidad permite a los prestadores del servicio de acueducto establecer la pertinencia de los métodos empleados para tratar el agua que están captando, de manera que cumpla con las normas a través de todo el ciclo de producción, desde la captación hasta el grifo en casa del consumidor. Se debe concienciar a todos, en especial al prestador del servicio, que calidad es un conjunto de aspectos, todos igualmente importantes, que debemos pasar del concepto que la continuidad del servicio prevalece sobre la calidad; igualmente que en cuanto a calidad el asunto es integral y sistémico, no basta con entregar agua “limpia” o transparente, hay que cuidar especialmente el aspecto microbiológico que, aunque no sea “visible” para el consumidor, puede generar problemas graves para la salud de los mismos.

## **8.2. Distribución del agua en la tierra.**

El 97,5 % de los recursos hídricos de la tierra es agua salada. El 2,5 % restante está en los continentes como agua dulce. Unas tres cuartas partes de toda el agua dulce se halla inaccesible. El total de agua dulce en nuestro planeta es de 39 millones de km<sup>3</sup>, de los cuales 29 millones de km<sup>3</sup> se encuentran en estado sólido en los casquetes polares y glaciares, 5 millones de km<sup>3</sup> son aguas subterráneas y los otros 5 millones corresponden a las aguas superficiales. Sólo un 1% es agua dulce superficial fácilmente accesible (en los lagos y ríos y a poca profundidad en el suelo, de donde puede extraerse sin mayor costo). Sólo esa cantidad de agua se renueva habitualmente con la lluvia y las nevadas y es, por tanto, un recurso sostenible (MMA, 2002).

## **8.3. Calidad de agua y tecnologías de potabilización**

### **8.3.1. Datos principales**

Controles operativos realizadas por la empresa lácteos de Chiapas en la toma de agua de pozo y pipas transportadoras de aguas entre Febrero – Mayo de 2018. Análisis físicos, químicos y bacteriológicos realizados en el Laboratorio central de la empresa. Los protocolos correspondientes se agregan en el anexo.

## **8.4. Informe de calidad de las aguas a tratar**

Se consideran como aguas a tratar aquellas que se utilicen como fuente de ingreso a un sistema de abastecimiento público, en este caso de tipo superficial y pozo profundo.

## **8.5. Características físicas:**

### **8.5.1. Turbiedad**

La turbidez o turbiedad es una expresión de la propiedad o efecto óptico causado por la dispersión e interferencia de los rayos luminosos que pasan a través de la muestra de agua. La turbidez en un agua puede ser ocasionada por una gran variedad de materiales en suspensión que varían en tamaño, desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas, entre otros, arcillas, limo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, organismos planctónicos y microorganismos.

La determinación de la turbidez es de gran importancia en aguas para consumo humano, y en un gran número de industrias procesadoras de alimentos y bebidas. Los valores de turbidez sirven para establecer el grado de tratamiento requerido por una fuente de agua cruda, su filtrabilidad y, consecuentemente, la tasa de filtración más adecuada, la efectividad de los procesos de coagulación, sedimentación y filtración, así como para determinar la potabilidad del agua.

La turbiedad es el parámetro que evalúa la materia orgánica e inorgánica, coloidal y suspendida presente en el agua.

La turbiedad es un parámetro de importancia sanitaria dado que:

- Cuanto menor es la turbiedad de un agua, menor es la concentración de microorganismos, bacterias, protozoos, etc., presentes en la misma.
- Las partículas que provocan la turbiedad pueden causar disminución en la eficiencia del proceso de desinfección desde que los microorganismos se pueden ocluir en la superficie de aquellas.



### **8.5.2. Color**

Las causas más comunes del color en el agua son la presencia de hierro y manganeso coloidal o en solución; el contacto del agua con desechos orgánicos, hojas, madera, raíces, etc., en diferente estado de descomposición, y la presencia de taninos, ácido húmico y algunos residuos industriales.

Dos tipos de color se reconocen en el agua: el color verdadero, o sea el color de la muestra una vez que se ha removido su turbidez, y el color aparente, que incluye no solamente el color de las sustancias en solución y coloidales sino también el color debido al material suspendido. El color aparente se determina sobre la muestra original, sin filtración o centrifugación previa.

Se trata de un parámetro de significado predominantemente estético, tiene un sentido sanitario ya que puede indicar presencia de materia orgánica. Esta materia orgánica puede reaccionar durante la desinfección causando olores o sabores o subproductos de la desinfección.

### **8.5.3. Olor y Sabor.**

Los olores y sabores en el agua con frecuencia ocurren juntos y en general son prácticamente indistinguibles. Muchas pueden ser las causas de olores y sabores en el agua; entre las más comunes se encuentran materia orgánica en solución, H<sub>2</sub>S, cloruro de sodio, sulfato de sodio y magnesio, fenoles, aceites, productos de cloro, diferentes especies de algas, hongos, etc.

La determinación del olor y sabor en el agua es útil para evaluar la calidad de la misma y su aceptabilidad por parte del consumidor, para el control de los procesos de una planta y para determinar, en muchos casos, la fuente de una posible contaminación.

Tanto el olor como el sabor pueden describirse cualitativamente, lo cual es muy útil en especial en casos de reclamos por parte del consumidor; en general los olores son más fuertes a altas temperaturas. El ensayo del sabor sólo debe hacerse con muestras seguras para consumo humano.

#### **8.5.4. Temperatura.**

La determinación exacta de la temperatura es importante para diferentes procesos de tratamiento y análisis de laboratorio, puesto que, por ejemplo, el grado de saturación de OD, la actividad biológica y el valor de saturación con carbonato de calcio se relacionan con la temperatura.

### **8.6. Parámetros químicos en el agua**

#### **8.6.1. Alcalinidad**

La alcalinidad de agua puede definirse como su capacidad para neutralizar ácidos ideal para reaccionar con iones hidrógeno, como su capacidad para aceptar protones, o como la medida de su contenido de sustancias alcalinas (OH<sup>-</sup>). La determinación de la alcalinidad total y de las distintas formas de alcalinidad es importante en los procesos de coagulación química, ablandamiento, control de corrosión y evaluación de la capacidad tampón del agua.

En aguas naturales, la alcalinidad se debe generalmente a la presencia de dos clases de compuestos:

Bicarbonatos

Carbonatos

### **8.6.2. Acidez**

La capacidad de un agua puede definirse como su capacidad para neutralizar bases, como su capacidad para reaccionar con iones hidróxido, como su capacidad para ceder protones o como la medida de su contenido total de sustancias ácidas. La determinación de la acidez, es de importancia en ingeniería sanitaria debido a las características corrosivas de las aguas ácidas, así como al costo que suponen la remoción y el control de las sustancias que producen corrosión.

### **8.6.3. Nitrógeno**

La presencia de nitrógeno en el agua a tratar es un indicador de una posible contaminación por bacterias, aguas residuales o desechos de origen animal y de su estado de oxidación. Un exceso de nitrógeno orgánico y/o amoniacal puede poner en peligro la eficacia de la desinfección, dar lugar a la formación de nitritos y nitratos en los sistemas de distribución, deteriorar los filtros para la eliminación de manganeso y crear problemas de sabor y de olor.

### **8.6.4. Arsénico**

El arsénico es carcinógeno para los seres humanos, y el IARC (Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer) lo ha clasificado en el Grupo 1. La OMS (Organización Mundial de la Salud) han establecido para agua potable un valor guía provisional de 0,01 mg/L para agua potable. Aguas naturales con excesivo contenido de arsénico deben ser tratadas para su abatimiento.

### **8.6.5. Cloruros**

Los cloruros normalmente presentes en las aguas naturales pueden estar incrementados por el aporte de las aguas residuales y los efluentes industriales, de la escorrentía urbana que contiene sales y de intrusiones salinas.

La excesiva concentración de cloruro eleva la tasa de corrosión de los metales del sistema de distribución, en función de la alcalinidad del agua, y puede hacer que aumenten las concentraciones de metales en ésta.

Las concentraciones elevadas de cloruro hacen que el agua y las bebidas tengan un sabor desagradable. Los umbrales de sabor del anión cloruro dependen del catión asociado y son del orden de 200 a 300 mg/L para el cloruro sódico, potásico y cálcico.

### **8.6.6. Sólidos.**

Se clasifica toda la materia, excepto el agua contenida en los materiales líquidos, como materia sólida. En ingeniería sanitaria es necesario medir la cantidad del material sólido contenido en una gran variedad de sustancias líquidas y semilíquidas que van desde aguas potables hasta aguas contaminadas, aguas residuales, residuos industriales y lodos producidos en los procesos de tratamiento.

#### **8.6.6.1. Sólidos totales.**

Se define como sólidos la materia que permanece como residuo después de evaporación y secado a 103°C, el valor de los sólidos totales incluye material disuelto y no disuelto (sólidos suspendidos).

#### **8.6.6.2. Sólidos disueltos.**

Son determinados directamente o por diferencia entre los sólidos totales y los sólidos suspendidos. Si la determinación es directa y el residuo de la evaporación se seca a 103-105°C, el incremento de peso sobre el de la capsula vacía representa los sólidos disueltos o residuo filtrable.

#### **8.6.6.3. Sólidos suspendidos.**

Son determinados por filtración a través de un filtro de asbesto o de fibra de vidrio, en un crisol Gooch previamente pesado. El crisol con su contenido se seca a 103-105°C, el incremento de peso sobre el peso inicial, representa el contenido de sólidos suspendidos o residuo no filtrable.

#### **8.6.6.4. Sólidos sedimentables.**

La denominación se aplica a los sólidos en suspensión que se sedimentarán, en condiciones tranquilas, por acción de la gravedad. La determinación se hace llenando un cono Imhoff con un litro de volumen y registrando el volumen de material sedimentado en el cono, al cabo de una hora, en mL/L.

En agua potable, la determinación de sólidos totales es la de mayor interés, por ser muy pequeña la cantidad existente de sólidos suspendidos.

La determinación de sólidos sedimentables es básica para establecer la necesidad del diseño de tanques de sedimentación como unidades de tratamiento y para controlar su eficiencia.

### **8.6.7. Conductividad.**

La conductividad del agua es una expresión numérica de su habilidad para transportar una corriente eléctrica, que depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura a la cual se haga la determinación. Por tanto, cualquier cambio en la cantidad de sustancias disueltas, en la movilidad de los iones disueltos y en su valencia, implica un cambio en la conductividad. Por esta razón, el valor de la conductividad se usa mucho en análisis de aguas para obtener un estimativo rápido del contenido de sólidos disueltos.

### **8.6.8. Dureza**

La dureza del agua es causada por el calcio y, en menor grado, el magnesio, disueltos en ella. El agua de dureza superior a 200 mg/L puede causar la aparición de incrustaciones en el sistema de distribución, dando además lugar a un consumo excesivo de jabón. Por otra parte, el agua blanda, cuya dureza es inferior a 100 mg/L, puede tener una capacidad amortiguante reducida y resultar, por lo tanto, más corrosiva para las tuberías.

### **8.6.9. Hierro**

El hierro es uno de los metales más abundantes en la corteza terrestre. Se encuentra en las aguas corrientes naturales, en concentraciones que varían de 0,5 a 50 mg/L. Las reglamentaciones proponen un criterio guía de 0,3 mg/L (300 µg/L). En concentraciones superiores a 0,3 mg/L, el hierro mancha la ropa lavada y las instalaciones sanitarias. Cuando la concentración es inferior a 0,3 mg/L, el sabor no suele ser perceptible, aunque el agua puede enturbiarse y colorearse.

### **8.6.10. Manganeso**

El manganeso es otro de los metales más abundantes en la corteza terrestre y, por lo general, se presenta junto con el hierro.

En presencia de oxígeno, el manganeso formará óxidos insolubles que pueden provocar la aparición de depósitos no deseables y causar problemas de color en los sistemas de distribución.

En concentraciones superiores a 0,1 mg/L (100 µg/L), el manganeso contenido en el agua mancha las instalaciones sanitarias y la ropa lavada, y da a las bebidas un sabor desagradable.

### **8.6.11. Oxígeno disuelto, DBO<sub>5</sub> y DQO**

Se propone un valor guía de 5 mg/L para el oxígeno disuelto en aguas naturales basado en criterios ambientales. Un contenido de oxígeno disuelto considerablemente inferior al nivel de saturación, puede indicar contaminación del agua natural.

El agotamiento del oxígeno disuelto puede facilitar la reducción microbiana del nitrato a nitrito y del sulfato a sulfuro, creando problemas de olor. Puede provocar también un aumento de la concentración de hierro ferroso disuelto.

### **8.6.12. DBO<sub>5</sub> y DQO**

Se propone un valor guía de DBO<sub>5</sub> de 2,5-4 mg/l y de DQO 40-50 mg/l para aguas naturales basado en criterios ambientales.

Un valor excesivo de DBO<sub>5</sub> / DQO indica contaminación orgánica del agua por la cantidad de oxígeno consumido durante un tiempo, a una temperatura dada para descomponer por oxidación las materias orgánicas. Es una característica cuantificable del grado del grado de contaminación del agua a partir de su contenido de sustancias biodegradables, ese contenido se expresa en función de la demanda de oxígeno de los microorganismos participantes en la degradación de la materia orgánica presente (Carranza, 2013).

### 8.6.13. pH

Se proponen valores guía para el pH de 6,5 – 8,5 basado en criterios ambientales. Es uno de los principales parámetros operativos de la calidad del agua en todas las fases del tratamiento, a fin de que el agua se clarifique y desinfecte satisfactoriamente.

Valores muy por debajo o por encima del rango citado pueden indicar contaminación reciente, La alcalinidad del agua es preferible a su acidez. Con todas esas fuentes contaminantes provenientes de la industria y los medios de transporte, la lluvia ácida está en aumento; y la alta alcalinidad del agua actúa como un amortiguador que neutraliza ese exceso de acidez (Brachmann, 2017).

Una solución es alcalina cuando es capaz de tamponar soluciones ácidas con mayores concentraciones de iones de hidrógeno. En el agua, la alcalinidad se produce por la presencia de una alta concentración de moléculas de minerales de carbono en suspensión. El agua con alta alcalinidad se dice que es "dura". El compuesto mineral que suele provocarlo es el carbonato de calcio, proveniente de rocas, como la piedra caliza.

La lluvia ácida es una deposición húmeda que contiene cantidades anormalmente altas de ácidos nítrico y sulfúrico, y por lo tanto, de iones de hidrógeno, cuando la lluvia ácida cae en una solución, el pH disminuye y la solución se acidifica. La lluvia ácida no va a quemarnos, pero sí va a reducir el pH del ecosistema por debajo del punto en el cual se puede mantener la vida (Brachmann, 2017).



## **8.7. Parámetros microbiológicos en el agua**

### **8.7.1. Coliformes**

Bacterias Gram Negativas en forma bacilar que fermentan lactosa a temperaturas de 35 a 37°C, produciendo ácido y gas (CO<sub>2</sub>) en un plazo de 24 a 48 horas. Se clasifican como aerobias o anaerobias facultativas, son oxidasa negativa, no forman esporas y presentan actividad enzimática de β galactosidasa. Es un indicador de contaminación microbiológica del agua para consumo humano.

### **8.7.2. *Escherichia coli*.**

Bacilo aerobio Gram negativo pertenece a la familia de las enterobacterias no esporulado que se caracteriza por tener enzimas específicas como la β galactosidasa y β glucuronidasa, tienen la capacidad de crecer en presencia de sales biliares a temperaturas de 44+/-2°C, producir CO<sub>2</sub> y ácido láctico a partir de lactosa fermenta la lactosa y el manitol liberando ácido y gas, produce indol a partir del triptófano. Es el indicador microbiológico preciso de contaminación fecal en el agua para consumo humano. *E. coli* hace parte del grupo de los coliformes totales (OMS, 2005).

### **8.7.3. Bacterias mesofílicas.**

Bacteria que descompone la materia orgánica a temperaturas que oscilan entre 30°C y 40°C. El agua es utilizada como medio de eliminación de excretas y otros desechos; puede también contener microorganismos patógenos de asiento no intestinales (flora de la piel por ejemplo); estos son las llamadas bacterias mesofílicas (Mata, 2001).

### 8.7.3.1. Características

Se multiplican en aerobios

- temperatura de incubación entre los 20 y los 37°C
- Pueden ser patógenas o saprofitas

Recuentos altos en alimentos estables a menudo indican materias primas contaminadas o tratamientos no satisfactorios desde el punto de vista sanitario.

- En los productos perecederos pueden indicar también condiciones inadecuadas de tiempo/temperatura durante su almacenamiento.
- La presencia de un número elevado de bacterias aerobias mesófilas que crecen bien a temperatura corporal o próxima a ella, significa que pueden haberse dado condiciones favorables a la multiplicación de los microorganismos patógenos de origen humano o animal.
- Todas las Bacterias patógenas conocidas vehiculadas por los alimentos son mesófilas y en algunos casos contribuyen con su presencia a los recuentos en placa encontrados.

## 9. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas

### 9.1. Normas de referencia

Niveles Guía de Calidad del Agua para fuentes de agua de bebida humana con tratamiento convencional – Anexo I

modificación a la norma oficial mexicana nom-127-ssa1-1994, "salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización".

Niveles guía de calidad del agua por norma oficial mexicana. Nom 012-ssa1-1993. "requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano públicos y privados".

Niveles de calidad del transporte de agua de acuerdo a norma oficial mexicana. Nom 013-ssa1-1993. "requisitos sanitarios que debe cumplir la cisterna de un vehículo para el transporte y distribución de agua para uso y consumo humano".

Niveles de calidad para toma de muestra de acuerdo a la Norma oficial mexicana. nom-014-ssa1-1993 "procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados"

## 9.2. Diseño experimental

Se evaluó la cantidad de componentes físicos, químicos y microbiológicos del agua no potable de la empresa lácteos de Chiapas. Aplicado a diferentes fuentes de abastecimientos de agua no potable.

Los tratamientos que se le realizó fueron los siguientes:

Parámetros físicos: temperatura, color, olor.

Parámetros químicos: Cloro, pH, Dureza.

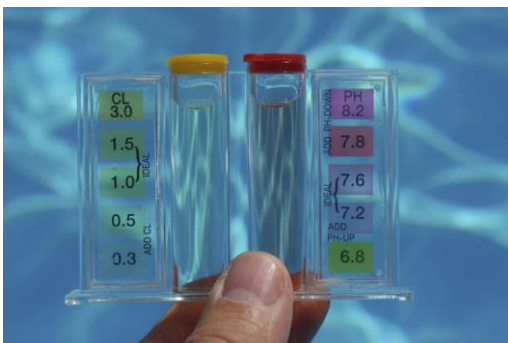
Parámetros microbiológicos: Estándar “presencia de Mesofilos totales”, Coliformes totales.

## 9.3. Determinación de temperatura, color y olor.

Las determinaciones de los parámetros físicos se realizan de manera visual y por medio del olfato.

## 9.4. Determinación de parámetros químicos mediante un kit, método colorímetro.

### 9.4.1. Cloro por test kit medidor de cloro



Se prepararon las diferentes muestras a analizar el cual se tomaron alícuotas de 5 ml que se depositaron en el kit y se depositaron 200 mL de reactivo ortotolidina, al

depositar el reactivo de ortotolidina a las aguas que contienen cloro y derivados clorados, da una coloración amarilla que permite determinar el cloro residual total en ppm.

#### **9.4.2. Preparación de solución ortotolidina al 0.1%.**

disolver 135 mg de clorhidrato de ortotolidina en 50 mL de agua destilada. Añadir agitando constantemente 50 mL de solución de HCl al 30%. Conservar el frasco de topacio.

### **9.5. Determinación de pH**

Se prepararon las diferentes muestras a analizar en el cual se tomaron alícuotas de 150 a 200 mL posteriormente se sumerge una tira de papel phmetro, este cambiará el color de acuerdo al pH que tenga y de esta forma se podrá leer.

#### **9.5.1. Prueba del potenciómetro**

Se tomaron alícuotas de 150 a 200 mL posteriormente se sumerge los detectores de pH, el cual se dejar reposar de 3 a 5 minutos y dará la lectura del pH real.

### **9.6. Determinación de dureza**

Se prepararon las diferentes muestras a analizar en el cual se toman alícuotas de 10 mL el colorante utilizado para determinar la dureza total del agua (debida al calcio y al magnesio), es el negro de eriocromo T. Este colorante es triprótico y existe inicialmente como anión divalente de color azul a pH 10. A la muestra se le adiciona solución buffer de pH 10 +0.1, para mantener la estabilidad de los complejos formados; no puede incrementarse el pH de este valor, por cuanto precipitan el  $\text{CaCO}_3$  o el  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , además porque el indicador cambia de color a pH elevado, obteniéndose  $\text{In}^{-3}$  de color naranja.

La reacción del indicador con los iones  $M^{+2}$  ( $Ca^{+2} + Mg^{+2}$ ) presentes en la solución que se valora es del siguiente tipo:



*Color azul*            *Color rojo*

Al adicionar EDTA a la solución (titulable) que contiene la muestra con el indicador, el EDTA se combina primero con el  $Ca^{+2}$  y luego con el  $Mg^{+2}$ , ya que el complejo EDTA- $Ca^{+2}$ , es más estable que el complejo EDTA-  $Mg^{+2}$ , mediante las siguientes reacciones:



Por lo que cuanto se va titulando con solución EDTA y es combinado con el  $Mg^{+2}$  se va estabilizando hasta alcanzar un color azul el cual indica que se ha estabilizado, dependiendo del número de goteos este es multiplicado por cinco de acuerdo a las NOM 127 para reportar en partes por millón (ppm).

## **9.7. Análisis microbiológico determinación de estándar “Mesófilos totales”**

### **9.7.1. Método conteo en placas.**

Para determinar los análisis microbiológicos del agua en la empresa lácteos de Chiapas es necesario esterilizar bien el lugar donde se llevará a cabo la determinación de los Mesófilos el cual se esteriliza con alcohol para que no haya contaminación alguna.

Recolectar en frascos o bolsas estériles mínimo 100 mL de muestra. La toma de muestra es en recipientes estériles. Conservar dentro del laboratorio en refrigeración a  $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Atemperar la muestra antes del análisis sin exceder en todo el proceso las 24 h después de la recolección de la última muestra.

se toman alícuotas de 1 mL que es ingresado a una caja Petri posteriormente se le ingresara el agar para métodos estándar a la caja Petri el cual es vaciado, una vez combinada la muestra con el agar para métodos estándar, por norma se hacen movimientos circulatorios 5 por cada lado de acuerdo a la NMX-AA-042-SCFI-2015. Se deja reposar por una hora para que gelatinice y es incubado a 37°C por 24 horas para poder contar el número de Mesófilos presentes.

## **9.8. Análisis microbiológico determinación de coliformes totales**

### **9.8.1. Método conteo en placas.**

Recolectar en frascos o bolsas estériles mínimo 100 mL de muestra. La toma de muestra es en recipientes estériles. Conservar dentro del laboratorio en refrigeración a  $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Atemperar la muestra antes del análisis sin exceder en todo el proceso las 24 h después de la recolección de la última muestra.

se toman alícuotas de 1 ml que es ingresado a una caja Petri posteriormente se le ingresara el agar bilis y rojo violeta a la caja Petri el cual es vaciado, una vez combinada la muestra con el agar bilis y rojo violeta, por norma se hacen movimientos circulatorios 5 por cada lado de acuerdo a la NMX-AA-042-SCFI-2015. Se deja reposar por una hora para que gelifique y es incubado a 37°C por 48 horas para poder contar el número de coliformes totales presentes.

## 10. Medios de cultivo

### 10.1. Preparación del agar para métodos estándares

El agar método estándar es un medio utilizado para el recuento de bacterias aeróbicas a partir de agua, aguas residuales, alimentos y productos lácteos. Este medio también es conocido como agar medio estándar.

El agar método estándar fue desarrollado por Buchbinder and Goldstein en 1953 como un requerimiento de la *America Public Health Association*. Este medio se formula con los ingredientes originales, el extracto de levadura y la peptona de caseína han sido utilizado en medios diseñados para estudiar la presencia de microorganismos termófilos en productos lácteos desde 1928.

La peptona de gelatina y el extracto de levadura proporciona la fuente de carbón y nitrógeno. La dextrosa es el carbohidrato fermentable y el agar es adicionado como agente solidificante.

#### 10.1.1. Fórmula / Litro

Peptona de caseína	5.0
Extracto de levadura	2.5
pH	7.0 ± 0.2
Dextrosa	1.0
Agar bacteriológico	15.0

#### 10.1.2. Procedimiento.

Suspender 23.5 gr del medio en un litro de agua purificada. calentar con agitación suave hasta su completa disolución y hervir durante un minuto. Esterilizar en autoclave a 121°C (15 libras de presión) durante 15 minutos. Dejar enfriar a una temperatura entre 45°C - 50°C y vaciar en cajas Petri estériles.



## **10.2. Preparación del agar bilis y rojo violeta**

### **10.2.1. Propósito de uso**

El Agar bilis rojo violeta es usado para la enumeración de coliformes en productos alimenticios y en lácteos, este producto está en conformidad con los requerimientos de la Asociación Americana para la Salud Pública (APHA, *American Public Health Association*, por sus siglas en inglés).

### **10.2.2. Resumen y explicación del producto**

El grupo de bacterias coliformes incluye a los bacilos aeróbicos y a los anaeróbicos facultativos, Gram negativos y bacilos no formadores de esporas. Los coliformes fermentan la lactosa y forman ácido y gas a 35°C en 48 horas. Los miembros de las Enterobacteriaceae pertenecen la mayoría a este grupo, pero otros organismos fermentadores de lactosa pueden también ser incluidos. Se utilizan procedimientos para la detección, enumeración y presunta identificación de coliformes en el análisis de productos alimenticios y productos lácteos. 1-3 Un método para desarrollar la prueba para detectar presuntos coliformes utiliza el Agar bilis rojo violeta (VRBA, *violet red bile Agar*, por sus siglas en inglés). Si aparecen colonias típicas de coliformes, éstas se analizan más profundamente para confirmar su identificación como coliformes. Las colonias de coliformes disminuyen el pH del medio, causando por consiguiente que las colonias presenten una coloración roja (Tinte Rojo Neutro) y precipitan las sales biliares.

### **10.2.3. Principios del procedimiento**

El Digerido Enzimático de Gelatina es una fuente de carbono, nitrógeno, vitaminas y minerales en el Agar Bilis Rojo Violeta. El Extracto de Levadura provee vitaminas del complejo B que estimulan el crecimiento bacteriano. La Mezcla de Sales Biliares y Cristal Violeta inhiben la mayoría de las bacterias Gram positivas. La Lactosa es una fuente de carbohidratos. El Rojo Neutro es un indicador de pH. El Agar es el agente solidificante.

#### 10.2.4. Fórmula / Litro

Extracto de Levadura	3 G
Digerido Enzimático de Gelatina	7 G
Mezcla de Sales Biliares	1.5 G
Lactosa	10 G
Cloruro de Sodio	5 G
Rojo Neutro	0,03 g
Cristal Violeta	0,002 g
Agar	15 g
pH	7,4 ± 0,2 a 25°C

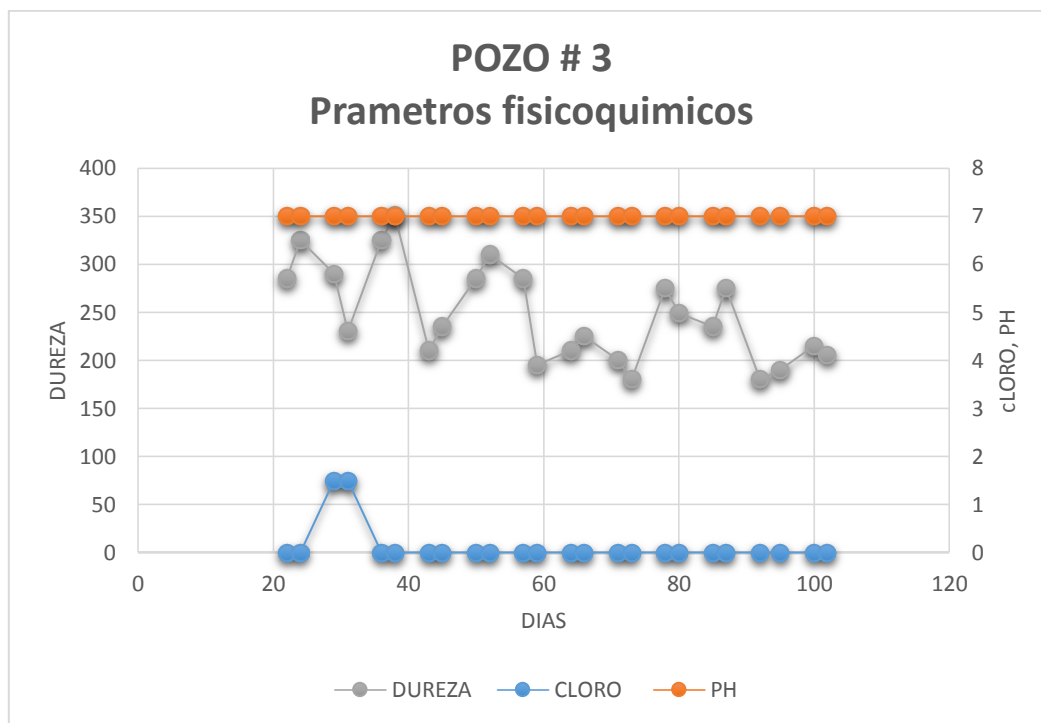
La fórmula puede ser ajustada y/o suplementada de acuerdo a los requerimientos para cumplir con las especificaciones de rendimiento o desempeño.

#### 10.2.5. Procedimiento

1. Suspenda 41,5 g del medio en un litro de agua purificada.
2. Caliente la solución agitando frecuentemente y permita la ebullición durante dos minutos. NO AUTOCLAVAR.
3. Permita el enfriamiento del medio a 45–46°C y dispense 15–20 mL en una placa de Petri de 100 mm que contiene el inóculo.
4. Luego de la solidificación del medio inoculado, adicione de manera uniforme una capa de cubrimiento de 4 mL del medio de agar enfriado (45–46°C).

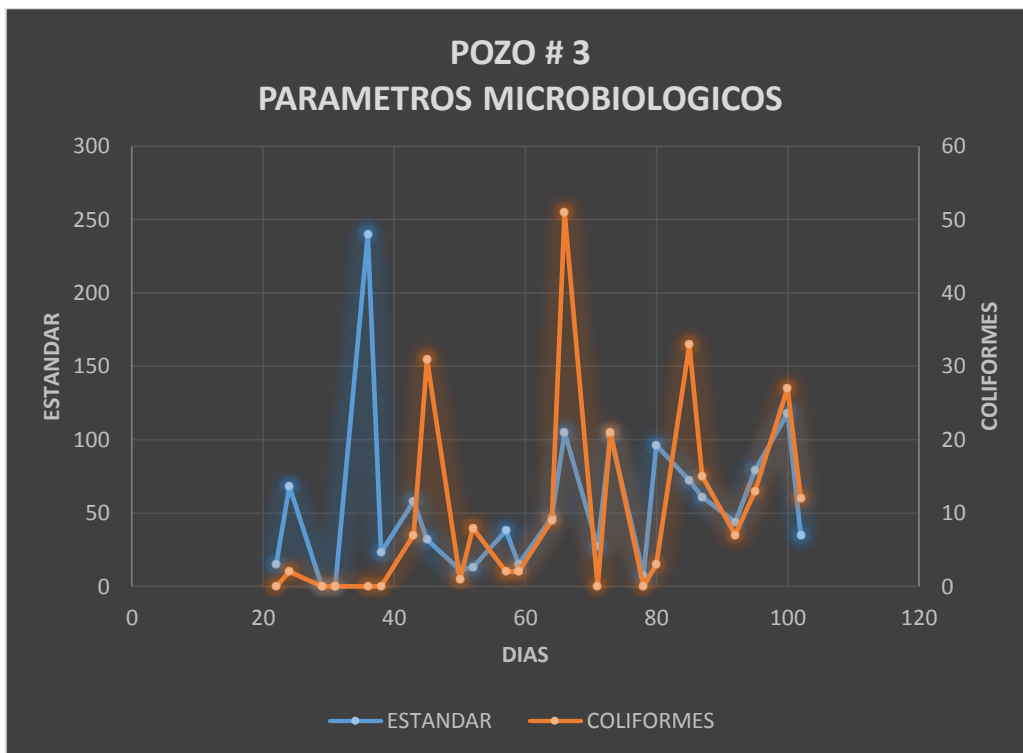
## 11. Resultados

Los resultados obtenidos fueron analizados a partir del día lunes 12/02/18 hasta el día 2/05/18, dichos análisis se realizaron los días lunes y miércoles, ya que la incubación para determinar coliformes y Mesófilos totales tienen un periodo de 24 y 48 horas respectivamente.



En los resultados obtenidos de análisis físicoquímicos del pozo número #3 puede observarse que los valores difieren entre las dos formulaciones, en los parámetros de dureza y cloro residual libre los cuales difieren directamente en el agua del pozo número # 3 según los parámetros de (127, 1994) esta diferencia influye directamente en consideración que no se le ha realizado ningún tratamiento de potabilización. Ha excepción del día 29 y 31 de residencia (19/02/18, 21/02/18 respectivamente) se observa que contiene 1.5 ppm de cloro, esto se debe a una posible adición por el personal de mantenimiento sin autorización, ya que este pozo es exclusivamente para los sanitarios. En diferencia de los demás días se puede observar la continuidad, sin ausencia de cloro.

Los resultados obtenidos del pH, es una prueba común para conocer la calidad del agua. El pH indica la acidez o alcalinidad, en este caso de un líquido como es el agua, pero es en realidad una medida de la actividad del potencial de iones de hidrógeno (H<sup>+</sup>). Las mediciones de pH se ejecutan en una escala de 0 a 14, con 7.0 considerado neutro. Las soluciones con un pH inferior a 7.0 se consideran ácidos. Las soluciones con un pH por encima de 7.0, hasta 14.0 se consideran bases o alcalinos.

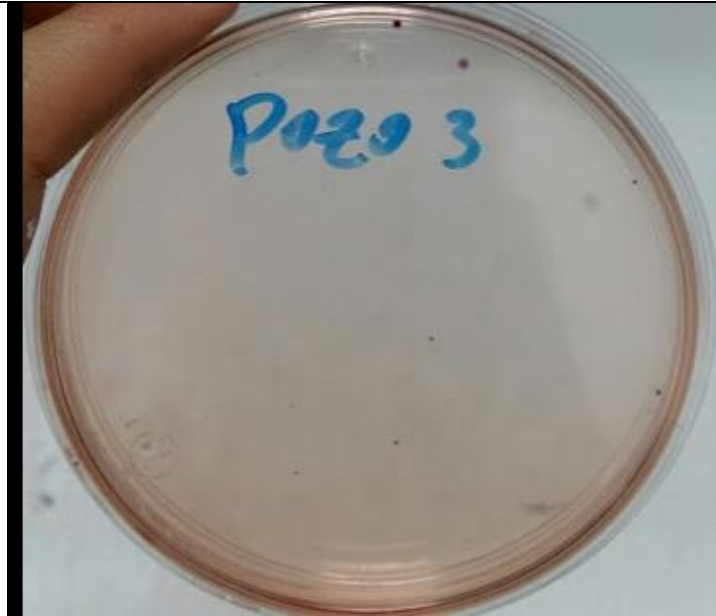


Resultados obtenidos después de analizar los parámetros microbiológicos del pozo número 3. La presencia de coliformes totales y Mesófilos totales fue evaluada de manera cualitativa ya que no fue realizado por el método que recomienda la (127, 1994), se utilizó el método más común con la técnica de vaciado según (NOM-110-SSA1, 1994) no es recomendado ya que es la utilizada para análisis microbiológicos de alimentos. pero es la utilizada por lácteos de Chiapas.

**Presencia de Coliformes totales**

Recuento de microorganismos coliformes totales, muestreo de pozo número #3 después de 24 horas de incubación.

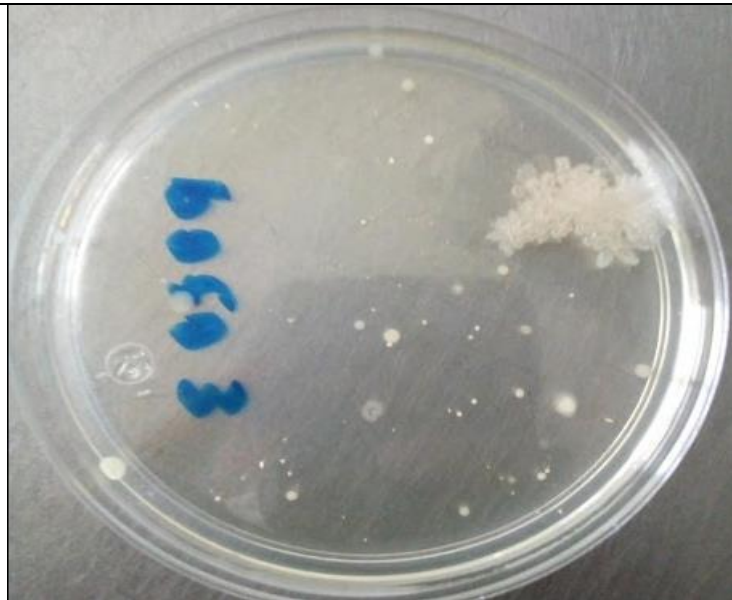
Podemos observar presencia de coliformes totales.

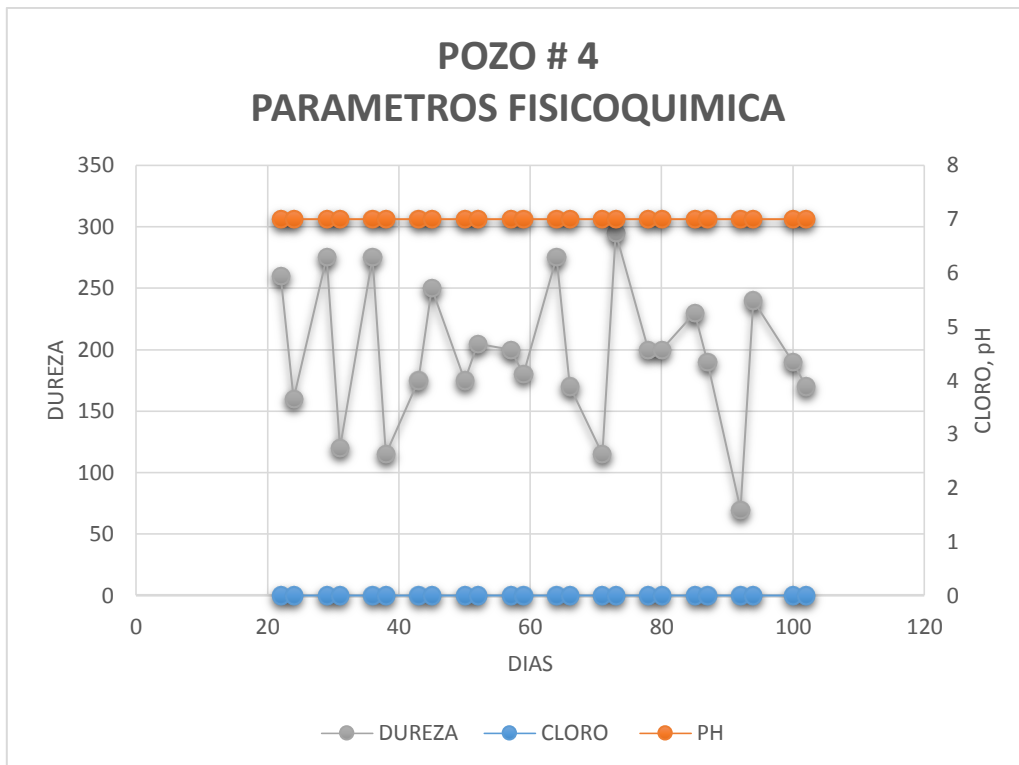


**Presencia de Mesófilos totales**

Recuento de microorganismos con método para estándar, Mesófilos totales, muestreo del pozo # 3 muestreo de la placa después de 48 horas de incubación.

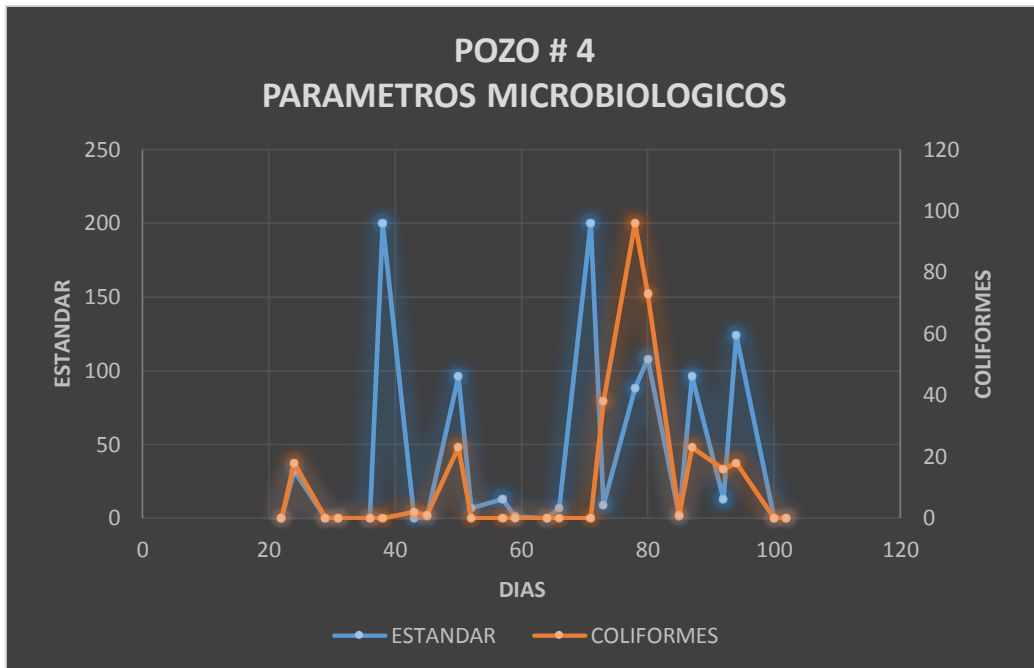
Se observan Mesófilos totales presentes.





Para los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos correspondientes al pozo número #4 con los días de análisis anterior mente mencionado. Puede observarse que no hay una variación significativa de acuerdo a (127, 1994) en el cual los valores están dentro de los límites permisibles de acuerdo a dicha norma, esta norma hace mención que un agua no purificada y/o sin ningún tratamiento no presentara presencia de cloro residual, al mismo tiempo hace mención que el pH (potencial de hidrogeno) debe ser entre 7 con base neutra.

Los resultados obtenidos al analizar la dureza del agua de dicho pozo se puede observar diferencias con respecto a la norma (127, 1994)el cual indica que los valores que debe tener un agua después de un tratamiento de purificación deben de ser 0. Este deja en claro que dicho pozo no ha pasado por ningún tratamiento.

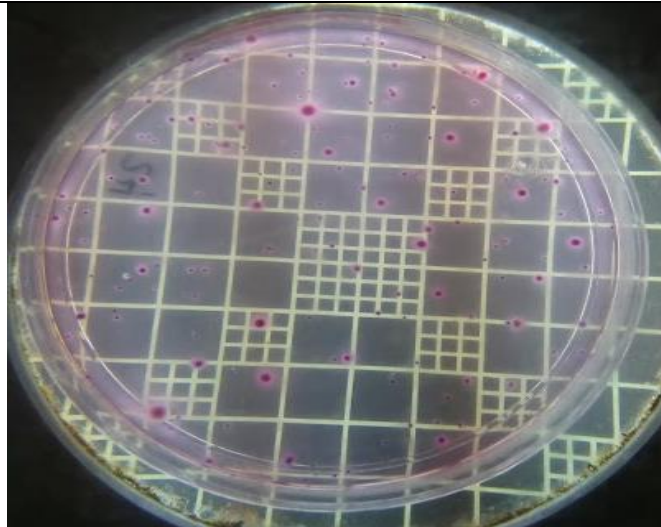


Resultados obtenidos después de analizar los parámetros microbiológicos del pozo número #4.

Al analizar los parámetros microbiológicos obtenido del pozo número # 4, se puede observar presencia de coliformes totales y mesófilos totales con métodos para estándar, según la (NOM-110-SSA1, 1994) hay una gran variación ya que el número de coliformes y mesófilos encontrado son elevados. La razón dada para la presencia de coliformes y mesófilos es que este pozo no ha tenido ningún tratamiento de purificación el cual se justifica la presencia de ciertos microorganismos.

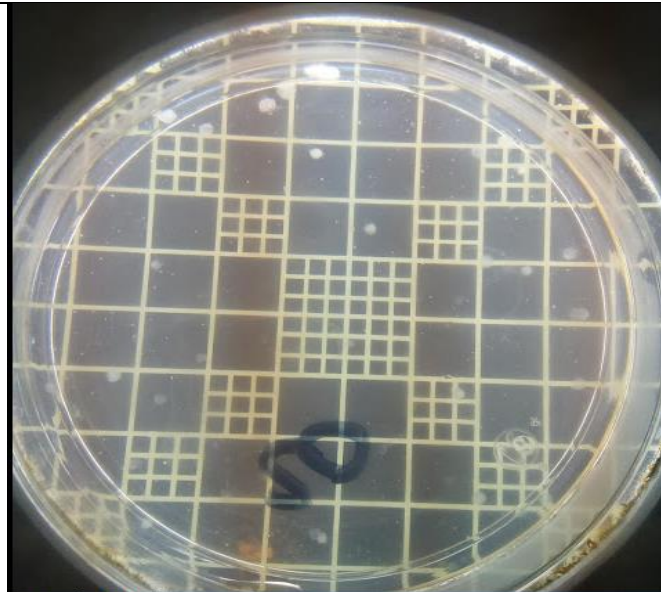
**Presencia de coliformes totales en el pozo #4.**

Recuento de microorganismos coliformes totales. Se puede observar una amplia cantidad de coliformes presente en el pozo, este va directamente a la cisterna de servicio donde se le realizará una cloración y se reducirá la presencia de estos microorganismos.

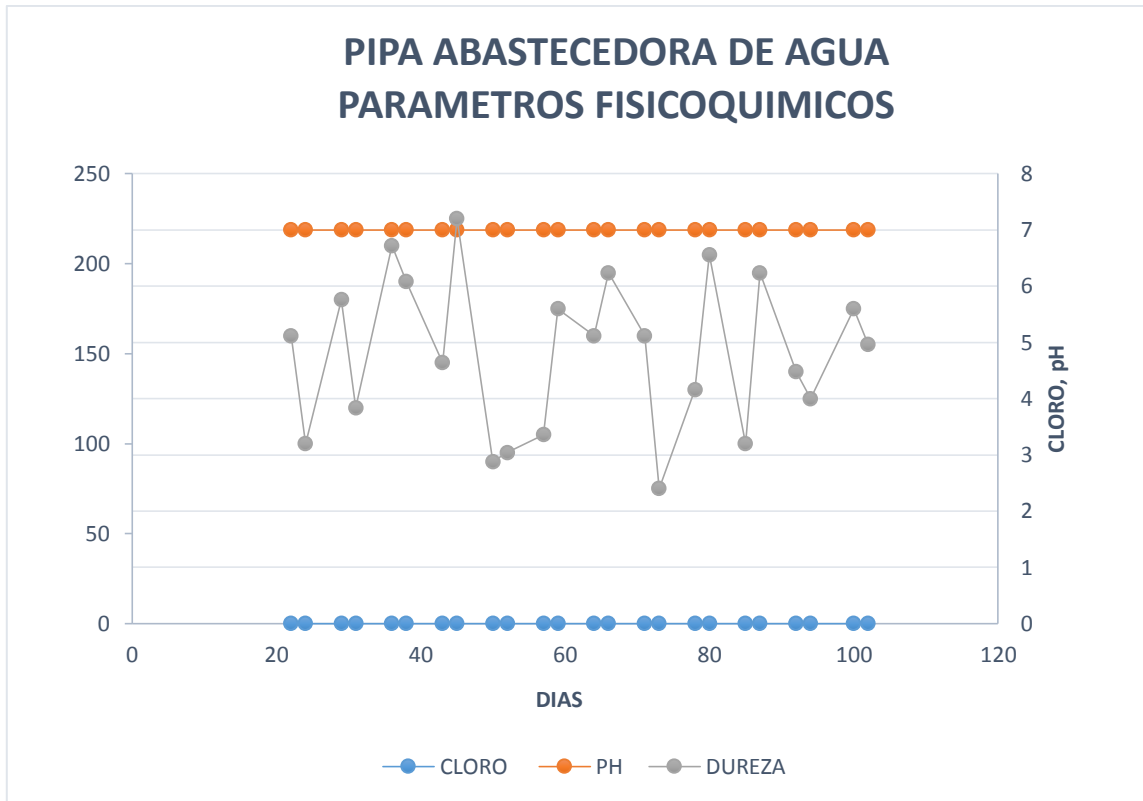


**Presencia de Mesófilos totales en el pozo #4.**

El recuento de microorganismos Mesófilos totales. Puede observarse un gran número de este tipo de microorganismo en el conteo realizado a las 48 horas después de la incubación.

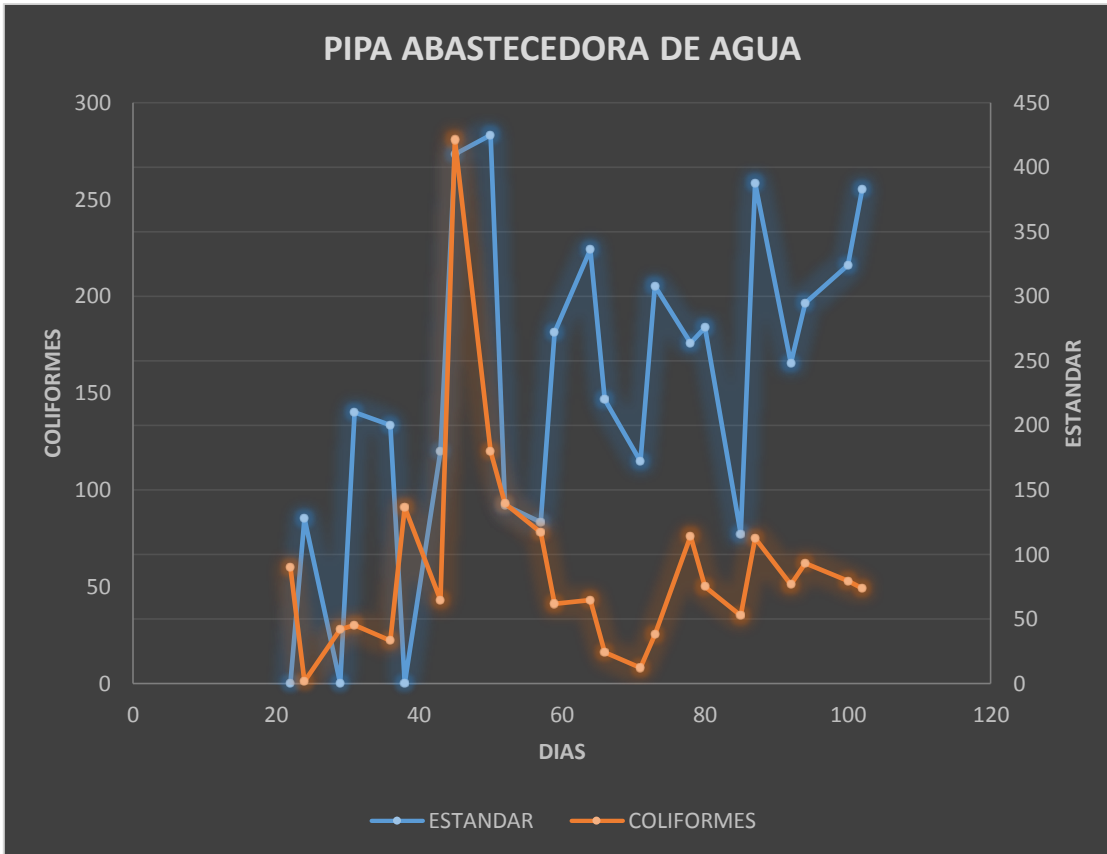






Los resultados obtenidos después de los análisis fisicoquímicos de una de las principales de fuentes abastecimiento de agua para la empresa lácteos de Chiapas. El agua es acareada en pipas desde el municipio de Berriozábal para alcanzar el volumen antes mencionado el cual es sumamente necesario para iniciar la producción. Si se observa detenidamente, los parámetros fisicoquímicos tanto como el del pH y el cloro no presentan ningún cambio, de igual forma como lo cita la (127, 1994). El agua que es traída por las pipas no se le ha realizado ningún proceso de purificación, esto justifica la ausencia de cloro residual. El agua es depositada en una cisterna de servicio donde será clorado, se realizará la primera etapa de la purificación en este caso se le adicionará cloro a 3 ppm.

Los resultados obtenidos al analizar dicha agua para la determinación de dureza son muy inestables, en el cual los resultados tienen una variación muy amplia el cual oscila entre 75 y 225 ppm, este resultado es justificable ya que para la norma (127, 1994) tiene valores de referencia de 0 a 50 ppm en agua potable.

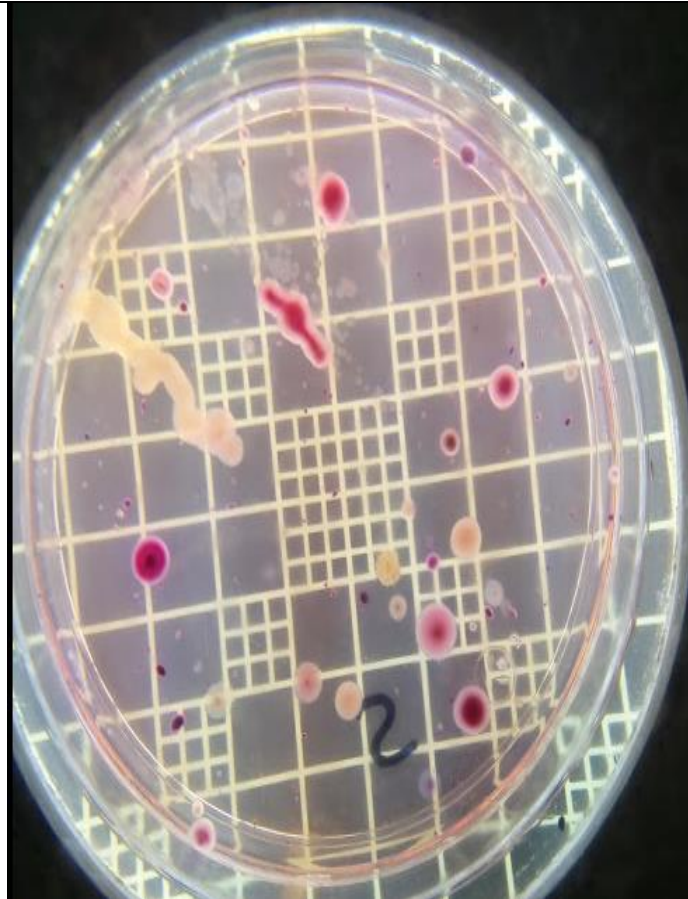


Resultados obtenidos después de analizar los parámetros microbiológicos de las pipas abastecedoras de agua.

Al analizar los parámetros microbiológicos de las pipas abastecedoras de agua, podemos observar mucha presencia de coliformes totales y mesófilos totales comparados con los resultados obtenidos del pozo número 4 que es uno de las líneas que llega directamente a la cisterna de servicio al igual que las pipas, donde va ser previamente tratado, tiene una gran diferencia por lo que se puede observar mayor cantidad de coliformes y mesófilos. Esto resultados puedes ser afectado por muchos factores. Una de las principales razones es que tan higiénicas se encuentran las pipas transportadoras de agua, el cual pueden contaminar de manera masiva el agua transportada.

**Presencia de coliformes totales en el agua de las pipas recolectoras.**

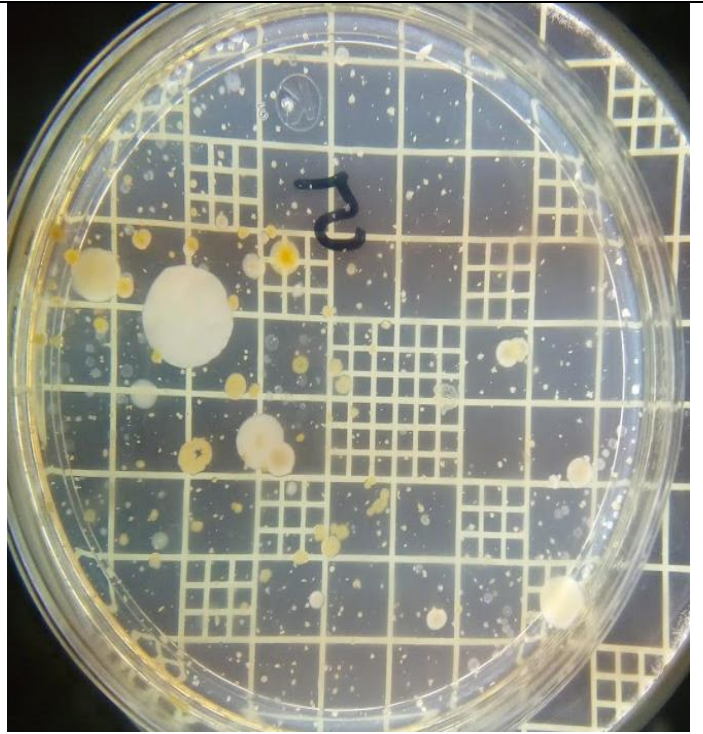
Recuento de microorganismos coliformes totales. Se puede observar claramente la presencia de coliformes totales en el agua que es abastecida por las pipas. En la gráfica podemos observar que en ciertos días hubo hasta 280 coliformes presentes debido a algún tipo de contaminación por el factor antes mencionado, en promedio se encontraban de 70 coliformes.

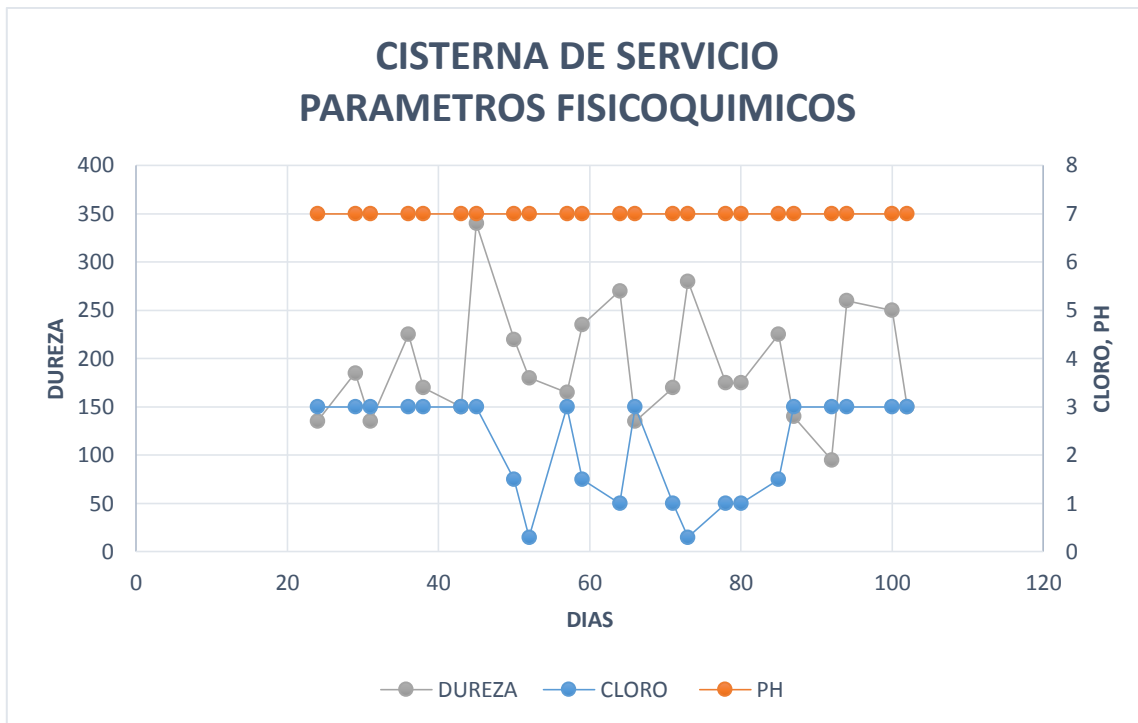


**Presencia de mesófilos totales presentes en el agua de las pipas recolectoras.**

El recuento de microorganismos mesófilos totales presente en el agua que es abastecida por las pipas, se puede observar muy contaminado por estos microorganismos. En ciertos días la cantidad de mesófilos presentes eran mayor a 300, según la (NOM-110-SSA1, 1994) se puede reportar de

esta forma. De otra forma para poder contar de manera más exacta es haciendo diluciones, en este caso la cuenta solo en ciertos días oscilo mayor a 300 en cual no hubo necesidad de hacer diluciones.





La cisterna de servicio es considerada el pozo numero uno, donde es reunido la cantidad de agua necesaria para iniciar la producción, en esta cisterna llega el agua del pozo número 4 y de las pipas recolectoras directamente en donde se le da un pretratamiento de cloración, esta cisterna está ubicado frente al laboratorio de control de calidad de la empresa lácteos de Chiapas, tiene una capacidad de 150,000 L de agua

Los resultados reflejados en la cisterna de servicio ya pasado por un tratamiento de cloración.

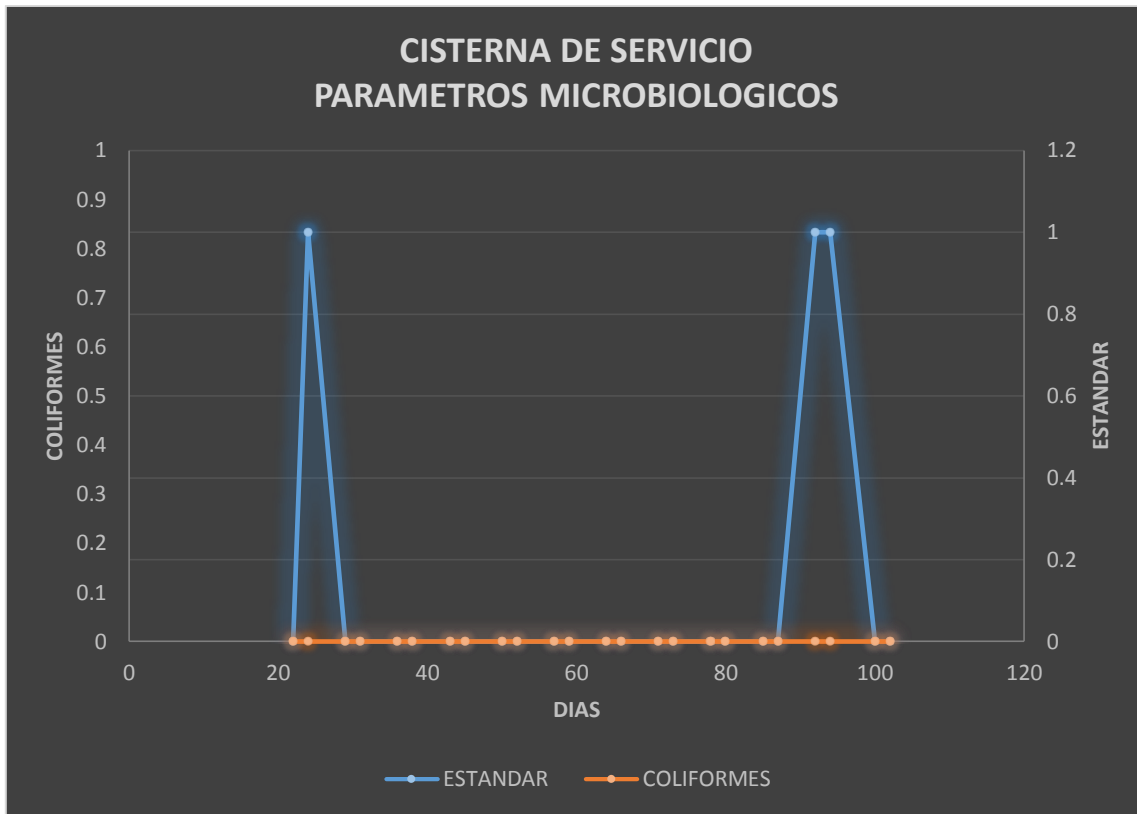
una vez obtenido el volumen deseado se le adiciona el cloro el cual deberá de ser 3 ppm. La adición de cloro a la cisterna de servicio depende de la concentración del hipoclorito de sodio que se le adicionara, en donde la empresa lácteos de Chiapas maneja una concentración del 13%. (fig. número 1).

En la gráfica se puede observar que el pH ha sido constante en todas las diferentes muestras analizadas ya que el agua es considerada como neutra a excepciones de que sufra algún tratamiento alcalino o a su vez ácido. De igual forma se puede observar la inestabilidad del cloro. El cloro es adicionado de una forma cuantitativa a la cisterna de servicio, en donde no se tiene un volumen exacto de la cisterna provocando una inestabilidad de la ppm deseada del cloro.

Los resultados obtenidos en la cisterna de servicio al analizar los parámetros de dureza son muy variados, estos resultados en comparación con las muestras anteriormente analizadas, no varían mucho el cual en la cisterna de servicio solo se ha dado un pretratamiento de cloración que se encarga de eliminar los microorganismos coliformes y mesófilos totales, en donde la dureza permanece y posteriormente se le dará su tratamiento.

$$(0.00002307)(\text{volumen de la cisterna}) = \text{volumen de cloro a adicionar para 3ppm}$$

Fig. 1



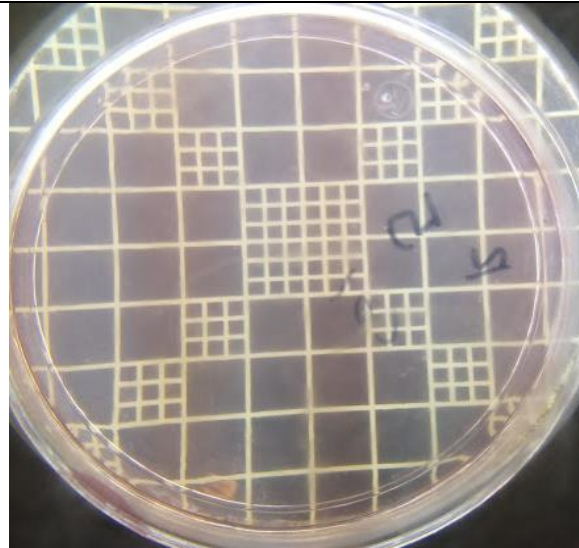
Resultados obtenidos después de analizar los parámetros microbiológicos del agua de cisterna con un previo tratamiento.

Al analizar los parámetros microbiológicos de la cisterna de servicio en donde se ha dado un tratamiento de cloración a 3 ppm, se puede observar que el cloro actuado de una manera impresionante sobre estos microorganismos en donde se puede considerar que ha eliminado al 100 % la presencia de coliformes totales, en la cisterna de servicio no fue encontrando presencia alguna en las muestras analizadas en el periodo de la presente investigación.

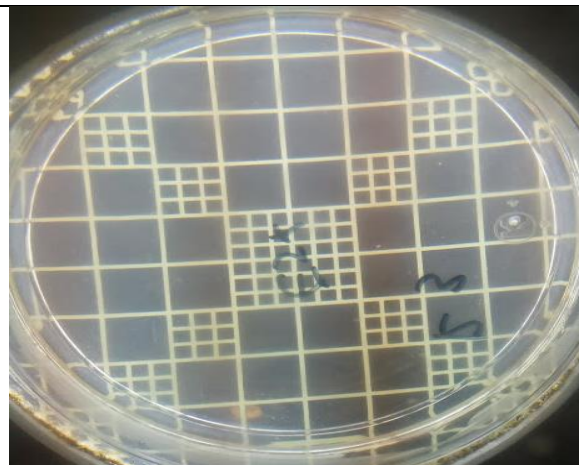
En el caso de los mesófilos totales de todas las muestras analizadas de los diferentes días, hubo presencia de por lo menos un mesófilo contado en tres ocasiones que representan a los días 24, 92 y 94 respectivamente. El cual se puede determinar que el cloro para estos microorganismos tiene una efectividad del 88.4615 % considerando los días de análisis.

**Ausencia de coliformes totales el agua de cisterna de servicio.**

En la siguiente imagen podemos observar la ausencia total de microorganismos coliformes totales de la cisterna de servicio, durante el monitoreo de cada día que se realizaron las determinaciones no se encontraron coliformes totales.

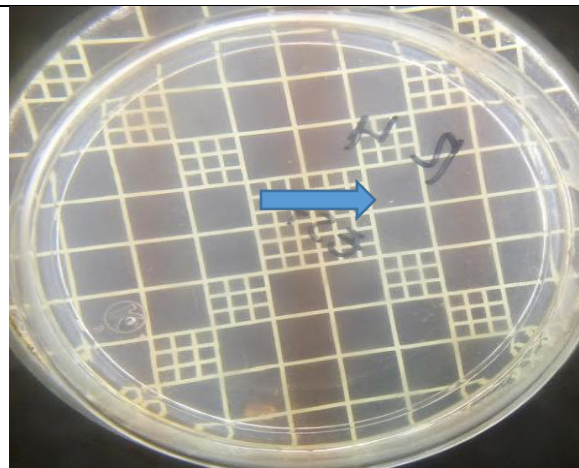


En la siguiente imagen podemos observar ausencia total de microorganismos mesófilos totales.

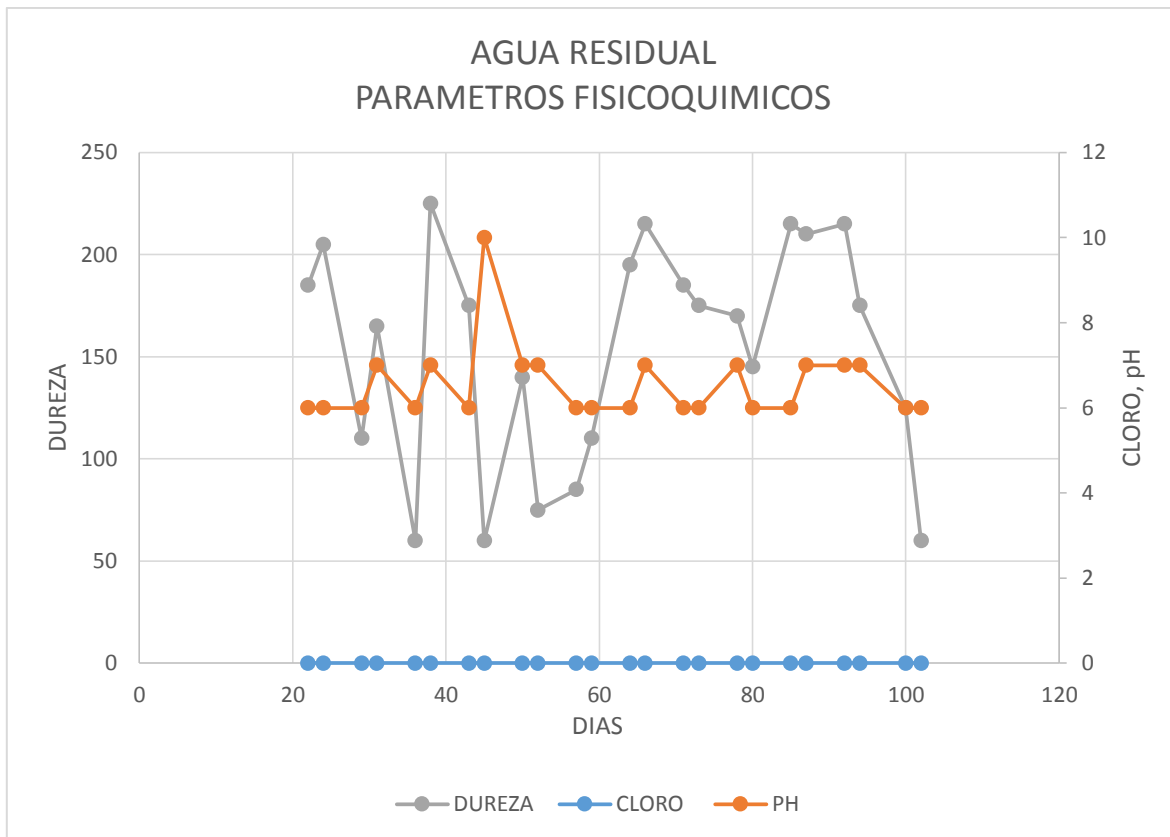


Presencia de mesófilos totales en el agua de la cisterna de servicio.

En la siguiente imagen podemos observar por lo menos una presencia de mesófilos totales, este microorganismo se observó por lo menos en tres días de los 26 de análisis correspondientes.





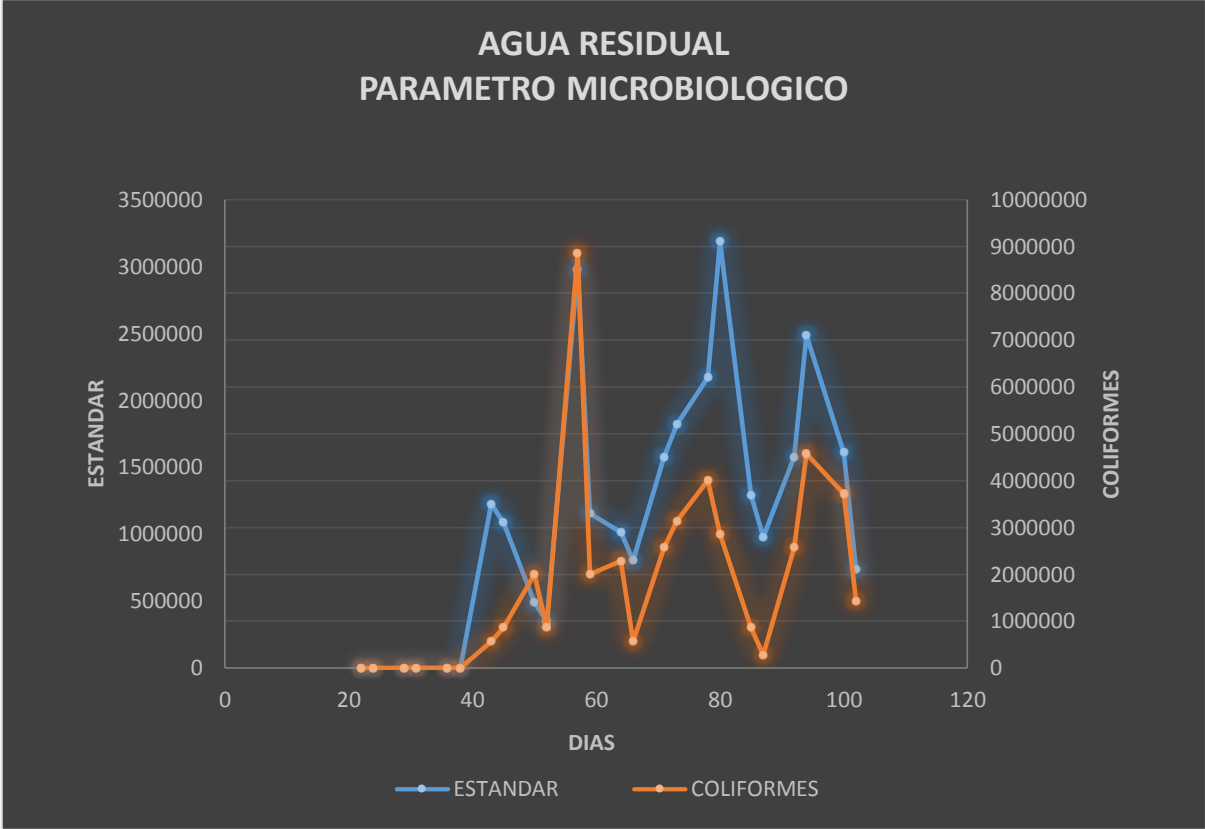


**Resultados obtenidos después de analizar los parámetros fisicoquímicos del agua en el fin del proceso o en su caso agua residual.**

El análisis de las aguas residuales se realizó para hacer un comparativo con el agua potable, este análisis se realizó con intención de observar el comportamiento del cloro, dureza y el pH. Con el fin de determinar si hay alguna probabilidad viable para un tratamiento de potabilización y poder recircular a la cisterna de proceso.

Los resultados obtenidos para el análisis de cloro, se observó que no hay presencia debido a que cuando el agua es pasada a la cisterna de proceso esta no contiene cloro. Para el caso del análisis de pH hay una gran variación que oscila desde pH ácidos a muy alcalinos, en donde es causado por la mucha concentración de HNO<sub>3</sub> (ácido nítrico) y del NaOH (sosa caustica) los cuales son ocupados para el lavado de pipas y equipos de la planta. La adición de estos componentes químicos provoca la alcalinidad o acidificación del agua residual.

Para los resultados obtenidos al determinar la dureza del agua residual, en ciertos días de análisis de acuerdo a la gráfica tiende a aumentar y en ocasiones disminuye, estos datos se ven afectados por diversos factores, los cuales son las adiciones de ácido, hidróxido de sodio, sales yodadas al momento de lavado de equipos provocando la dureza inestable del agua.


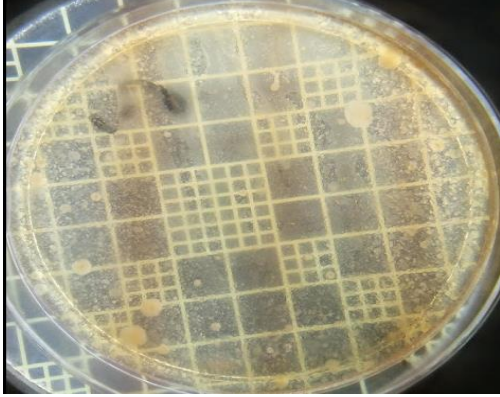
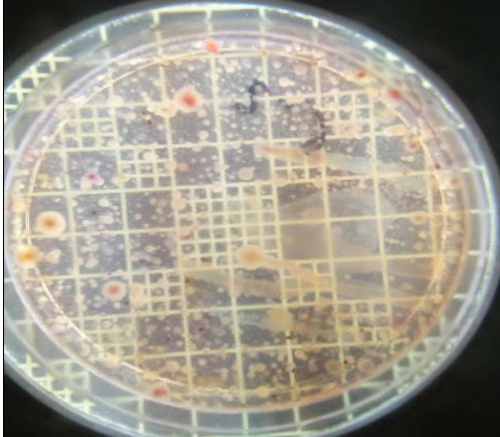


Resultados obtenidos después de analizar los parámetros microbiológicos del agua del fin de proceso o residual.

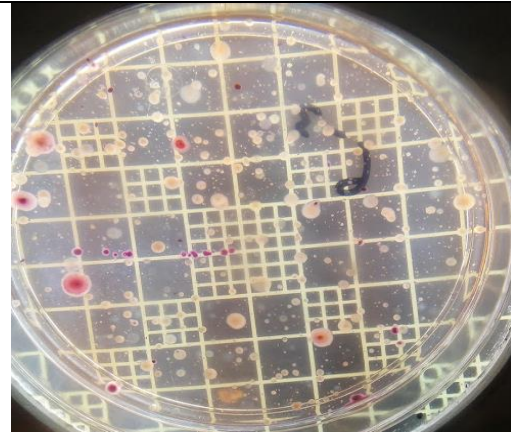
Al analizar los parámetros microbiológicos del agua del fin del proceso o en su caso residual no se observó con claridad la cantidad de microorganismos tanto como coliformes y mesófilos presentes, por lo que se vio la necesidad de preparar diluciones.

Se realizaron diluciones por  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ , para observar en cuál de las diluciones realizada se iba poder contar con exactitud la cantidad de microorganismos coliformes y mesófilos, en donde se determinó que la dilución indicada fue la  $10^{-5}$ .

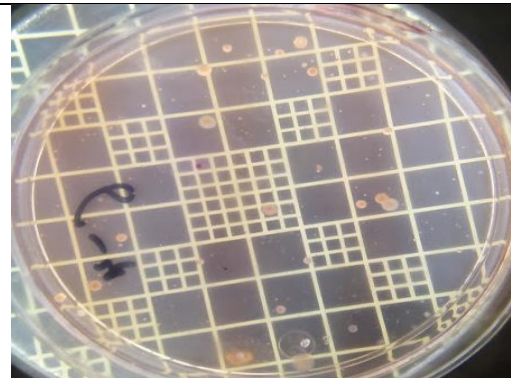
Diluciones para determinar el número de microorganismo coliformes totales presentes.

<p>Cuenta de microorganismos coliformes totales directa.</p>	
<p>Cuenta de coliformes totales con dilución a la <math>10^{-1}</math>.</p>	
<p>Cuenta de coliformes totales con dilución a la <math>10^{-2}</math>.</p>	

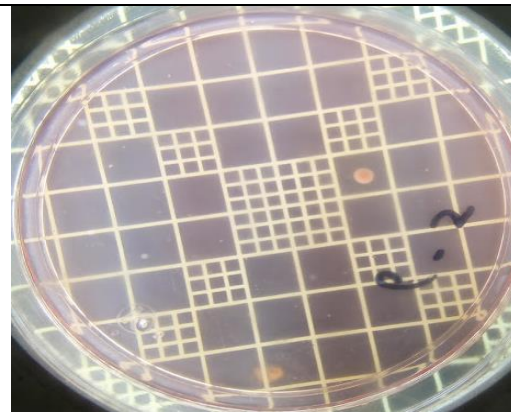
Cuenta de coliformes totales con dilución a la  $10^{-3}$ .



Cuenta de coliformes totales con dilución a la  $10^{-4}$ .

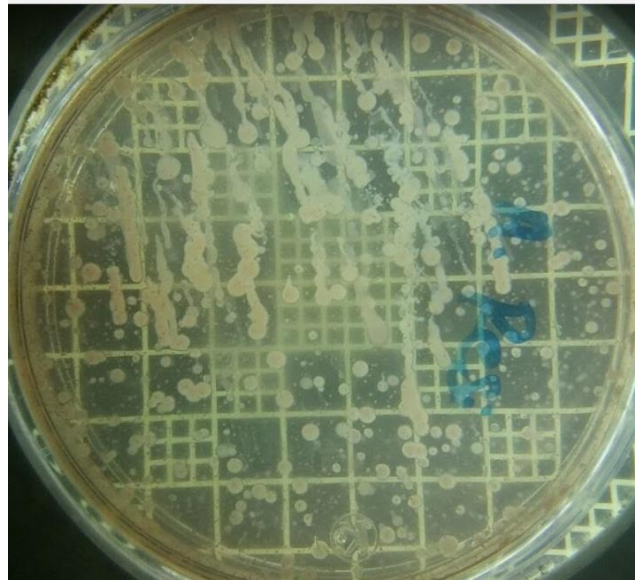


Cuenta de coliformes totales con dilución a la  $10^{-5}$ .

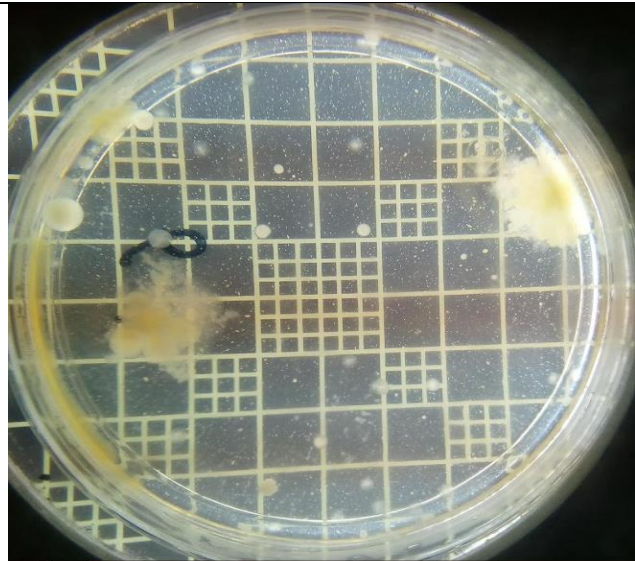


Diluciones para determinar el número de microorganismos mesófilos totales presentes.

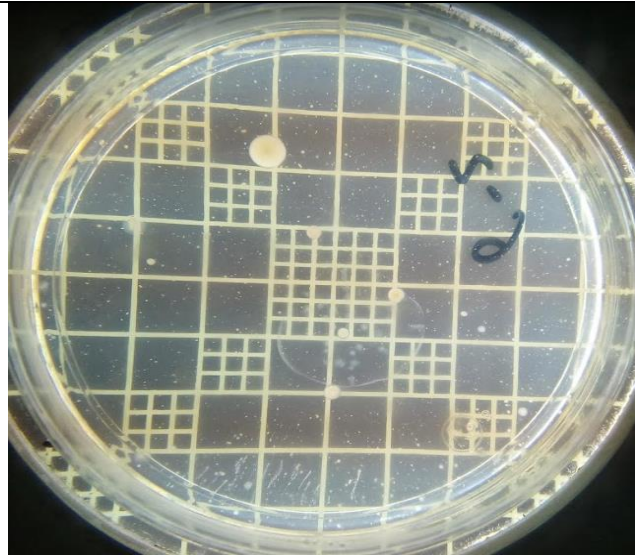
Cuenta de microorganismos mesófilos totales directa.



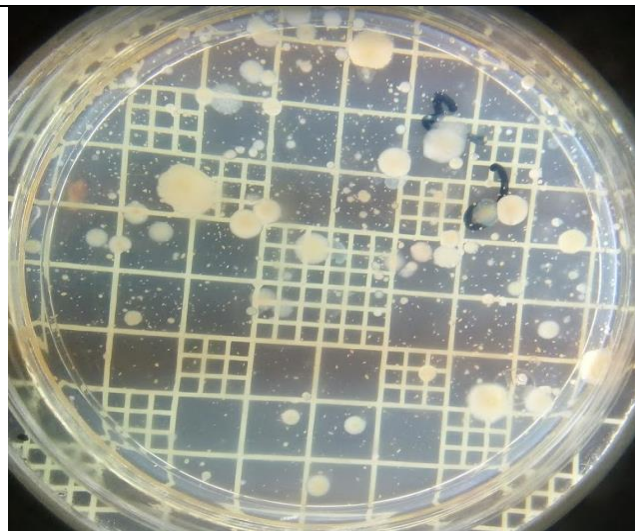
Cuenta de mesófilos totales con dilución a la  $10^{-1}$ .



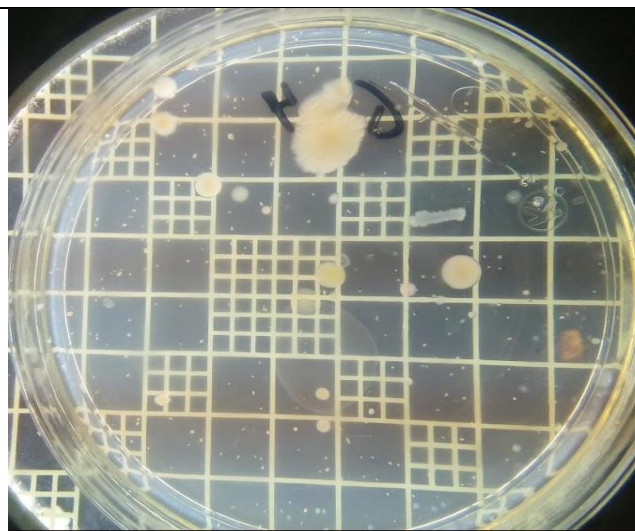
Cuenta de mesófilos totales con dilución a la  $10^{-2}$ .



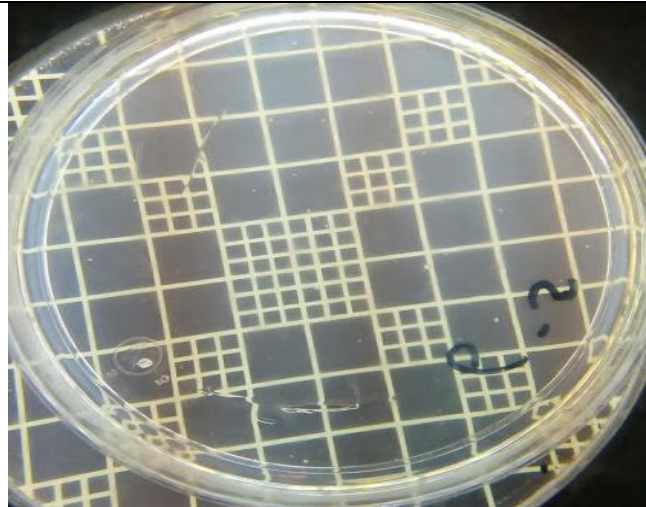
Cuenta de mesófilos totales con dilución a la  $10^{-3}$ .



Cuenta de mesófilos totales con dilución a la  $10^{-4}$ .

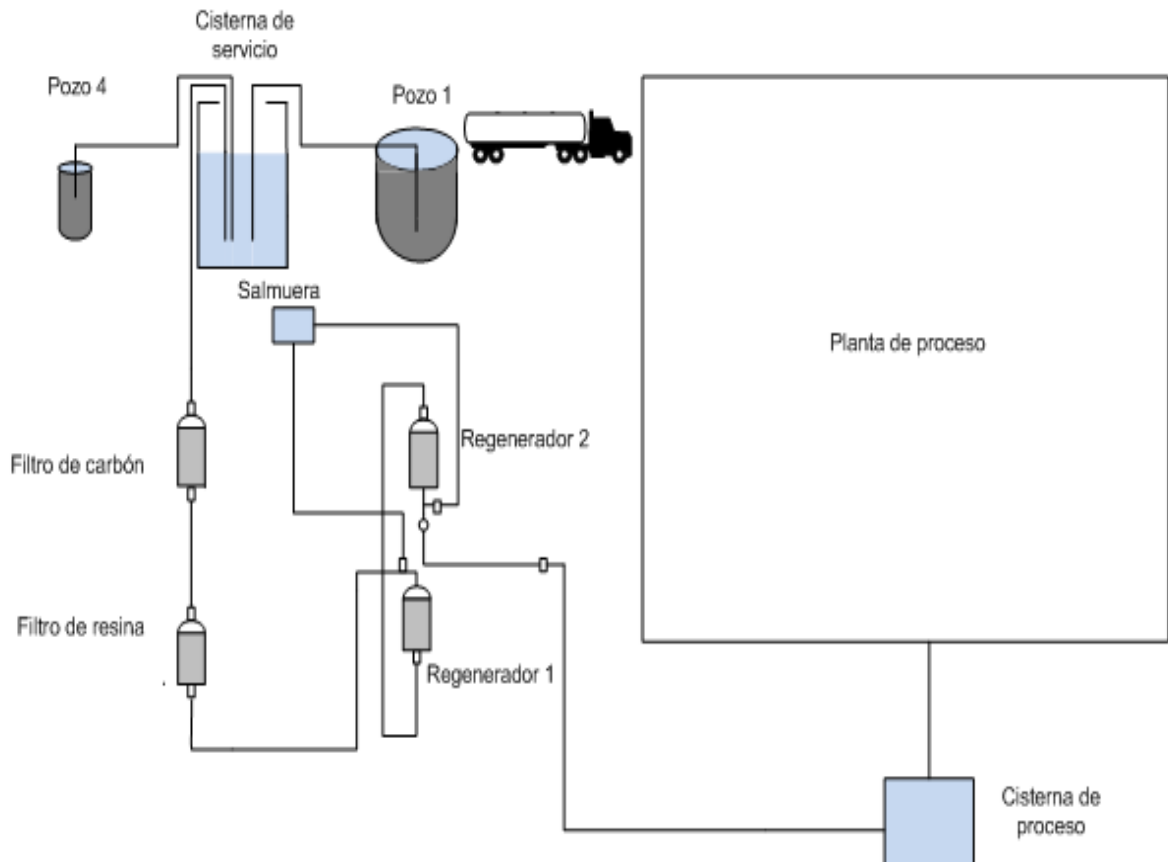


Cuenta de mesófilos totales con dilución a la  $10^{-5}$ .



De acuerdo con las imágenes ilustradas para cuantificar el número de coliformes y mesófilos presente en la toma de agua anteriormente mencionado, se fueron mostrando la cantidad de microorganismos presentes en donde las primeras diluciones mostradas no era posible la cuenta de dichos microorganismos, se llegó a la dilución adecuada en donde se pudo trabajar y todas las muestras tomadas para realizar el monitoreo correspondiente se analizó con diluciones a la  $10^{-5}$  para dicha agua y poder determinar un número más exacto de dichos microorganismos.

## 12. Diagrama del agua potable.



Este diagrama representa el proceso de tratamiento y purificación del agua en la empresa lácteos de Chiapa, el cual se realiza con el fin de verificar las líneas de tubería no se entrecrucen con el agua cruda o no potable y el agua potabilizada.

En el diagrama se puede observar que las líneas de tubería desde el pozo número cuatro va en una sola dirección en donde no presente cruzamiento para generar alguna contaminación. El agua del pozo llega a la cisterna de servicio en donde son tratados y posteriormente son pasados por el proceso de filtración una vez pasa por la filtración llega a los regeneradores para la suavización y pasara directamente a la cisterna de proceso.



### 13. Conclusiones

El agua es la fuente prima más importante usado para muchos fines, a niveles domésticos comerciales e industriales, con el cual los tratamientos de potabilización juegan un papel muy importante dependiendo del uso requerido. Para obtener un agua potable de calidad se necesitan de muchos parámetros regidos por la (127, 1994), se realizaron ciertos estudios para saber el comportamiento fisicoquímico y microbiológico del agua cruda y después de una previa cloración, al analizar las diferentes fuentes abastecedoras de agua para la empresa lácteos de Chiapas se obtuvieron diferentes variaciones de resultados, las principales fuentes abastecedoras de agua es el pozo número 3 y 4 ubicado en la empresa y por las pipas los cuales acarrear agua del municipio de Berriozábal, al comparar los análisis fisicoquímicos de estas tres fuentes importante de agua no se obtuvo gran diferencia ya que no han presentado ningún tratamiento de potabilización.

Uno de los parámetros más importantes en los análisis para la potabilización de agua son los parámetros microbiológicos, se determinó la cantidad de coliformes y mesófilos totales presentes en cada fuente abastecedora de agua, se observó que antes de algún pretratamiento de cloración la presencia de estos microorganismos es abundante, principalmente el análisis de las agua que son recolectadas por las pipas estos resultados puede ser afectados por diversos factores, uno de ellos es que las pipas no estén bien lavados y por ello la presencia de estos microorganismos sea abundante.

El agua del pozo número 4 y de las pipas son recolectados directamente en una cisterna donde se le da un pretratamiento de cloración, los análisis fisicoquímicos tanto para la dureza y el pH no presentan cambios importantes a excepción del cloro, en esta cisterna es adicionado el cloro a 3 ppm con el fin de exterminar la mayor cantidad posible de microorganismos, los resultados obtenidos al ser analizado después de la cloración son favorables, ya que al ser analizados no se encontró presencia alguna de coliformes totales, con respecto a la determinación de los microorganismos mesófilos totales presentes en su mayoría de los respectivos días analizados no se encontraron presencia de este tipo, a excepción

de dos días en donde se pudo observar por lo menos presencia de un microorganismos mesófilo, con el resultado obtenido no se podría afirmar que el cloro no tiene una eficacia del 100 % ya que existen diversos factores que avalan la eficacia del cloro, uno de ellos es que no siempre hubo presencia de este microorganismo, y la contaminación puede ser por los factores de mal manejo al momento de realizar la siembra con pipetas, cajas Petri contaminado e incluso el medio ambiente, por lo que la adición del cloro se puede considerar que es un tratamiento suficientemente viable para potabilización del agua.

## 14. Referencias bibliográficas

1. Romero Rojas Jairo Alberto. (2000). Calidad del Agua. Escuela Colombiana de Ingeniería.
2. Spellman Frank R., Drinan Joanne. (2006). Manual del Agua Potable. ACRIBIA.
3. PÉREZ VIDAL, A.; TORRES LOZADA, P.; CRUZ VÉLEZ, C. H. (diciembre de 2009), Planes de Seguridad del Agua. Fundamentos y perspectivas de implementación en Medellín Colombia. Universidad de Antioquia, Revista de Ingeniería e Investigación Vol. 29 No.3.
4. MINISTERIO DE AGRICULTURA, (1984). Decreto 1594 de 1984, Junio 26, Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI – Parte III – Libro I del Decreto-[Ley 2811 de 1974] en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. Bogotá.
5. Manual de Operación de Plantas Potabilizadoras Transportables UPA 200T, (2003). Uruguay.
6. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO, (2002). Decreto 1729 de 2002, 6 de Agosto, Por el cual se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto-ley 2811 de 1974 sobre cuencas hidrográficas, parcialmente el numeral 12 del artículo 5° de la Ley 99 de 1993 y se dictan otras disposiciones. Bogotá.
7. Norma oficial mexicana nom-127-ssa1-1994, "salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización".
8. Mercedes Carranza. (2013), calidad del agua. Demanda Bioquímica de oxígeno DBO<sub>5</sub>. Querétaro México.
9. Steve Brachmann. (2017). UMass Amherst: calidad del agua - pH y alcalinidad
10. FreeDrinkingWater.com: cultura del agua

11. Mata, A. (2001). Manual de procedimientos del Área de Microbiología.  
Laboratorio Nacional de Aguas. México D.F
12. OMS. (2005) Guías para la calidad del agua potable. Ginebra, Suiza.

## 15. Anexos

### **NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994, "SALUD AMBIENTAL, AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO-LIMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACION".**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.-  
Secretaría de Salud.

GUSTAVO OLAIZ FERNANDEZ, Director General de Salud Ambiental, por acuerdo del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, con fundamento en los artículos 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 3o. fracción XIV, 13 apartado A fracción I, 118 fracción II y 119 fracción II de la Ley General de Salud; 38 fracción II, 40 fracción I y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 218, 224, 227 y demás aplicables del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios; 8o. fracción IV y 25 fracción V del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud, y

## **INDICE**

0. INTRODUCCION
1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION
2. REFERENCIAS
3. DEFINICIONES
4. LIMITES PERMISIBLES DE CALIDAD DEL AGUA
5. TRATAMIENTOS PARA LA POTABILIZACION DEL AGUA
6. BIBLIOGRAFIA
7. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES
8. OBSERVANCIA DE LA NORMA
9. VIGENCIA

## **0. Introducción**

El abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras, para lo cual se requiere establecer límites permisibles en cuanto a sus características bacteriológicas, físicas, organolépticas, químicas y radiactivas.

Con el fin de asegurar y preservar la calidad del agua en los sistemas, hasta la entrega al consumidor, se debe someter a tratamientos de potabilización.

## 1. Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites permisibles de calidad y los tratamientos de potabilización del agua para uso y consumo humano, que deben cumplir los sistemas de abastecimiento públicos y privados o cualquier persona física o moral que la distribuya, en todo el territorio nacional.

## 2. Referencias

NOM-008-SCF1-1993 "Sistema General de Unidades de Medida".

## 3. Definiciones

3.1 Ablandamiento: Proceso de remoción de los iones calcio y magnesio, principales causantes de la dureza del agua.

3.2 Adsorción: Remoción de iones y moléculas de una solución que presentan afinidad a un medio sólido adecuado, de forma tal que son separadas de la solución.

3.3 Agua para uso y consumo humano: Aquella que no contiene contaminantes objetables, ya sean químicos o agentes infecciosos y que no causa efectos nocivos al ser humano.

3.4 Características bacteriológicas: Son aquellas debidas a microorganismos nocivos a la salud humana. Para efectos de control sanitario se determina el contenido de indicadores generales de contaminación microbiológica, específicamente organismos coliformes totales y organismos coliformes fecales.

3.5 Características físicas y organolépticas: Son aquellas que se detectan sensorialmente. Para efectos de evaluación, el sabor y olor se ponderan por medio de los sentidos y el color y la turbiedad se determinan por medio de métodos analíticos de laboratorio.

3.6 Características químicas: Son aquellas debidas a elementos o compuestos químicos, que como resultado de investigación científica se ha comprobado que pueden causar efectos nocivos a la salud humana.

3.7 Características radiactivas: Son aquellas resultantes de la presencia de elementos radiactivos.

3.8 Coagulación química: Adición de compuestos químicos al agua, para alterar el estado físico de los sólidos disueltos, coloidales o suspendidos, a fin de facilitar su remoción por precipitación o filtración.

3.9 Contingencia: Situación de cambio imprevisto en las características del agua por contaminación externa, que ponga en riesgo la salud humana.

3.10 Desinfección: Destrucción de organismos patógenos por medio de la aplicación de productos químicos o procesos físicos.

3.11 Filtración: Remoción de partículas suspendidas en el agua, haciéndola fluir a través de un medio filtrante de porosidad adecuada.

3.12 Floculación: Aglomeración de partículas desestabilizadas en el proceso de coagulación química, a través de medios mecánicos o hidráulicos.

3.13 Intercambio iónico: Proceso de remoción de aniones o cationes específicos disueltos en el agua, a través de su reemplazo por aniones o cationes provenientes de un medio de intercambio, natural o sintético, con el que se pone en contacto.

3.14 Límite permisible: Concentración o contenido máximo o intervalo de valores de un componente, que garantiza que el agua será agradable a los sentidos y no causará efectos nocivos a la salud del consumidor.

3.15 Neutralización: Ajuste del pH, mediante la adición de agentes químicos básicos o ácidos al agua en su caso, con la finalidad de evitar incrustación o corrosión de materiales que puedan afectar su calidad.

3.16 Osmosis inversa: Proceso esencialmente físico para remoción de iones y moléculas disueltos en el agua, en el cual por medio de altas presiones se fuerza el paso de ella a través de una membrana semipermeable de porosidad específica, reteniéndose en dicha membrana los iones y moléculas de mayor tamaño.

3.17 Oxidación: Introducción de oxígeno en la molécula de ciertos compuestos para formar óxidos.

3.18 Potabilización: Conjunto de operaciones y procesos, físicos y/o químicos que se aplican al agua a fin de mejorar su calidad y hacerla apta para uso y consumo humano.

3.19 Precipitación: Proceso físico que consiste en la separación de las partículas suspendidas sedimentables del agua, por efecto gravitacional.

3.20 Sistema de abastecimiento: Conjunto intercomunicado o interconectado de fuentes, obras de captación, plantas corladoras, plantas potabilizadoras, tanques de almacenamiento y regulación, cárcamos de bombeo, líneas de conducción y red de distribución.

#### 4. Límites permisibles de calidad del agua

##### 4.1 Límites permisibles de características bacteriológicas

El contenido de organismos resultante del examen de una muestra simple de agua, debe ajustarse a lo establecido en la Tabla 1.

Bajo situaciones de emergencia, las autoridades competentes deben establecer los agentes biológicos nocivos a la salud a investigar.

TABLA 1

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Organismos coliformes totales	2 NMP/100 ml
	2 UFC/100 ml
Organismos coliformes fecales	No detectable NMP/100 ml
	Cero UFC/100 ml

Los resultados de los exámenes bacteriológicos se deben reportar en unidades de NMP/100 ml (número más probable por 100 ml), si se utiliza la técnica del número más probable o UFC/100 ml (unidades formadoras de colonias por 100 ml), si se utiliza la técnica de filtración por membrana.

##### 4.2 Límites permisibles de características físicas y organolépticas

Las características físicas y organolépticas deberán ajustarse a lo establecido en la Tabla 2.

TABLA 2

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Color	20 unidades de color verdadero en la escala de platino-cobalto.
Olor y sabor	Agradable (se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultados de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico).
Turbiedad	5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método.



### 4.3 Límites permisibles de características químicas

El contenido de constituyentes químicos deberá ajustarse a lo establecido en la Tabla 3. Los límites se expresan en mg/l, excepto cuando se indique otra unidad.

TABLA 3

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Aluminio	0.20
Arsénico	0.05
Bario	0.70
Cadmio	0.005
Cianuros (como CN-)	0.07
Cloro residual libre	0.2-1.50
Cloruros (como Cl-)	250.00
Cobre	2.00
Cromo total	0.05
Dureza total (como CaCO <sub>3</sub> )	500.00
Fenoles o compuestos fenólicos	0.001
Fierro	0.30
Fluoruros (como F-)	1.50
Manganeso	0.15
Mercurio	0.001
Nitratos (como N)	10.00
Nitritos (como N)	0.05
Nitrógeno amoniacal (como N)	0.50
pH (potencial de hidrógeno) en unidades de pH	6.5-8.5
Plaguicidas en microgramos/l: Aldrín y dieldrín (separados o combinados)	0.03
Clordano (total de isómeros)	0.30

DDT (total de isómeros)	1.00
Gamma-HCH (lindano)	2.00
Hexaclorobenceno	0.01
Heptacloro y epóxido de heptacloro	0.03
Metoxicloro	20.00
2,4 – D	50.00
Plomo	0.025
Sodio	200.00
Sólidos disueltos totales	1000.00
Sulfatos (como SO4=)	400.00
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	0.50
Trihalometanos totales	0.20
Zinc	5.00

Los límites permisibles de metales se refieren a su concentración total en el agua, la cual incluye los suspendidos y los disueltos.

#### 4.4 Límites permisibles de características radiactivas

El contenido de constituyentes radiactivos deberá ajustarse a lo establecido en la Tabla 4. Los límites se expresan en Bq/l (Becquerel por litro).

TABLA 4

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Radiactividad alfa global	0.1
Radiactividad beta global	1.0

## 5. Tratamientos para la potabilización del agua

La potabilización del agua proveniente de una fuente en particular, debe fundamentarse en estudios de calidad y pruebas de tratabilidad a nivel de laboratorio para asegurar su efectividad.

Se deben aplicar los tratamientos específicos siguientes o los que resulten de las pruebas de tratabilidad, cuando los contaminantes biológicos, las características físicas y los constituyentes químicos del agua enlistados a continuación, excedan los límites permisibles establecidos en el apartado 4.

### 5.1 Contaminación biológica

5.1.1 Bacterias, helmintos, protozoarios y virus. - Desinfección con cloro, compuestos de cloro, ozono o luz ultravioleta.

### 5.2 Características físicas y organolépticas

5.2.1 Color, olor, sabor y turbiedad. - Coagulación-floculación-precipitación-filtración; cualquiera o la combinación de ellos, adsorción en carbón activado u oxidación.

### 5.3 Constituyentes químicos

5.3.1 Arsénico. - Coagulación-floculación-precipitación-filtración; cualquiera o la combinación de ellos, intercambio iónico u ósmosis inversa.

5.3.2 Aluminio, bario, cadmio, cianuros, cobre, cromo total y plomo. - Intercambio iónico u ósmosis inversa.

5.3.3 Cloruros. - Intercambio iónico, ósmosis inversa o destilación.

5.3.4 Dureza. - Ablandamiento químico o intercambio iónico.

5.3.5 Fenoles o compuestos fenólicos. - Adsorción en carbón activado u oxidación con ozono.

5.3.6 Hierro y/o manganeso. - Oxidación-filtración, intercambio iónico u ósmosis inversa.

5.3.7 Fluoruros. - Ósmosis inversa o coagulación química.

5.3.8 Materia orgánica. - Oxidación-filtración o adsorción en carbón activado.

5.3.9 Mercurio. - Proceso convencional: coagulación-floculación-precipitación-filtración, cuando la fuente de abastecimiento contenga hasta 10 microgramos/l. Procesos especiales: en carbón activado granular y ósmosis inversa cuando la fuente de abastecimiento contenga hasta 10 microgramos/l; con carbón activado en polvo cuando la fuente de abastecimiento contenga más de 10 microgramos/l.

5.3.10 Nitratos y nitritos. - Intercambio iónico o coagulación-floculación-sedimentación-filtración; cualquiera o la combinación de ellos.

5.3.11 Nitrógeno amoniacal. - Coagulación-floculación-sedimentación-filtración, desgasificación o desorción en columna.

5.3.12 pH (potencial de hidrógeno). - Neutralización.

5.3.13 Plaguicidas. - Adsorción en carbón activado granular.

5.3.14 Sodio. - Intercambio iónico.

5.3.15 Sólidos disueltos totales. - Coagulación-floculación-sedimentación-filtración y/o intercambio iónico.

5.3.16 Sulfatos. -Intercambio iónico u ósmosis inversa.

5.3.17 Sustancias activas al azul de metileno. - Adsorción en carbón activado.

5.3.18 Trihalometanos. - Aireación u oxidación con ozono y adsorción en carbón activado granular.

5.3.19 Zinc. - Destilación o intercambio iónico.

5.3.20 En el caso de contingencia, resultado de la presencia de sustancias especificadas o no especificadas en el apartado 4, se deben coordinar con la autoridad sanitaria competente, las autoridades locales, la Comisión Nacional del Agua, los responsables del abastecimiento y los particulares, instituciones públicas o empresas privadas involucrados en la contingencia, para determinar las acciones que se deben realizar con relación al abastecimiento de agua a la población.

## 6. Bibliografía

6.1 "Desinfección del Agua". Oscar Cáceres López. Lima, Perú. Ministerio de Salud. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. 1990.

6.2 "Guías para la Calidad del Agua Potable". Volumen 1. Recomendaciones. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. 1985.

6.3 "Guías para la Calidad del Agua Potable". Volumen 2. Criterios relativos a la salud y otra información de base. Organización Panamericana de la Salud. 1987.

6.4 "Guía para la Redacción, Estructuración y Presentación de las Normas Oficiales Mexicanas". Proyecto de Revisión. SECOFI. 1992.

6.5 "Guide to Selection of Water Treatment Processes". Carl L. Hamann Jr., P.E. J. Brock Mc. Ewen, P.E. Anthony G. Meyers, P.E.

6.6 "Ingeniería Ambiental". Revista No. 23. Año 7. 1994.

6.7 "Ingeniería Sanitaria Aplicada a la Salud Pública". Francisco

Unda Opazo. UTEHA 1969.

6.8 "Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales". Purificación de Aguas y Tratamiento y Remoción de Aguas Residuales. Gordon M. Fair, John C. Geyer, Daniel A. Okun. Limusa Wiley. 1971.

6.9 "Instructivo para la Vigilancia y Certificación de la Calidad Sanitaria del Agua para Consumo Humano". Comisión Interna de Salud Ambiental y Ocupacional. Secretaría de Salud. 1987.

6.10 "Integrated Design of Water Treatment Facilities". Susumu Kawamura. John Willey and Sons, Inc. 1991.

6.11 "Manual de Normas de Calidad para Agua Potable". Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. 1982.

6.12 "Manual de Normas Técnicas para el Proyecto de Plantas Potabilizadoras". Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. 1979.

6.13 "Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios". Diario Oficial de la Federación. 18 de enero de 1988.

6.14 "Revision of the WHO Guidelines for Drinking-Water Quality". IPS. International Programme on Chemical Safety. United Nations Environment Programme. International Labour Organization. World Health Organization. 1991.

6.15 "WHO Guidelines for Drinking-Water Quality". Volume 1. Recommendations. World Health Organization. 1992.

6.16 "WHO Guidelines for Drinking-Water Quality". Volume 2. Health Criteria and Other Supporting Information. Chapter 1: Microbiological Aspects. United Nations Environment Programme. International Labour Organization. World Health Organization. 1992.

## **7. Concordancia con normas internacionales**

Al momento de la emisión de esta Norma no se encontró concordancia con normas internacionales.

## **8. Observancia de la Norma**

Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para los organismos operadores de los sistemas de abastecimiento públicos y privados o cualquier persona física o moral que distribuya agua para uso y consumo humano.

La vigilancia del cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría de Salud y a los gobiernos de las entidades federativas en coordinación con la Comisión Nacional del Agua, en sus respectivos ámbitos de competencia.

## **9. Vigencia**

La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor con carácter de obligatorio, al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 30 de noviembre de 1995.- El Director General de Salud Ambiental, Gustavo Olaiz Fernández. - Rúbrica.