



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Instituto de Ciencias Agropecuarias
Área Académica de Ingeniería Agroindustrial

Diagnóstico de condiciones higiénico-sanitarias en plantas
purificadoras de agua ubicadas en la Jurisdicción Sanitaria No. 2
(Tulancingo, Hidalgo).

TESINA

Que para obtener el título de
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PRESENTA

Baltazar Torres Hernández

Dirección: Mtro. José Jesús Espino García.



Tulancingo de Bravo, Hidalgo; Noviembre de 2014.



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Instituto de Ciencias Agropecuarias

Tulancingo de Bravo, Hidalgo a 28 de Noviembre del 2014.

Dr. Miguel Ángel Miguez Escorcia

Secretario del Instituto de Ciencias Agropecuarias

P R E S E N T E

Los que suscriben asesores del trabajo recepcional de la Tesina titulada “Diagnóstico de condiciones higiénico-sanitarias en plantas purificadoras de agua ubicadas en la Jurisdicción Sanitaria No. 2 (Tulancingo, Hidalgo)”, hacen constar que después de haber revisado minuciosamente el trabajo realizado por el P.I.A. Baltazar Torres Hernández con número de cuenta 082701; autorizan la impresión del mismo para continuar con los trámites de titulación.

ATENTAMENTE

M. en A. José Jesús Espino García

M. en A. Melitón Jesús Franco Fernández

Dr. Roberto González Tenorio

Dra. Aurora Quintero Lira

Dr. Gabriel Aguirre Álvarez

ÍNDICE GENERAL

Capítulo 1 Marco teórico.	1
1.1 Generalidades.	1
1.2 El agua para consumo humano.	2
1.3 Importancia de la calidad del agua.	4
1.4 Características del agua de acuerdo a su origen.	5
1.4.1 El agua subterránea.	6
1.4.2 El agua superficial.	8
1.5 Enfermedades transmitidas por el agua.	11
1.6 Origen del agua envasada.	12
1.7 Procesos de desinfección y purificación del agua.	14
1.7.1 Filtración.	17
1.7.2 Cloración.	17
1.7.2.1 El cloro libre residual.	21
1.7.3 Ozonificación.	22
1.7.4 Luz ultravioleta.	23
1.7.5 Ósmosis inversa.	24
1.8 Organismos gubernamentales encargados de la distribución de agua para consumo humano en la Jurisdicción Sanitaria.	25
1.8.1 Distribución de funciones.	26
1.8.2 Fuentes de abastecimiento de agua en la región.	31
1.8.3 Características del agua en la región.	33
1.9 Parámetros de calidad del agua potable.	34
1.10 Parámetros de calidad del agua purificada.	37
1.10.1 Importancia de la calidad del agua purificada.	39
1.10.2 Importancia de los análisis del agua purificada.	40
1.11 Vigilancia sanitaria de las plantas purificadoras de agua.	43
1.11.1 Diagrama general del proceso en plantas purificadoras de agua locales.	45
1.11.2 Medidas de seguridad aplicables.	47
1.11.3 Etiquetado del producto.	48
1.11.4 Bitácoras de las diferentes etapas del proceso y de las buenas prácticas de fabricación en plantas purificadoras de agua.	54
1.11.5 Información mínima de las bitácoras o registros.	54
1.11.6 Trámites de la empresa ante la COPRISEH.	59

Capítulo 2 Metodología.	61
2.1 Procedimiento de una visita de verificación sanitaria.	61
2.2 Aspectos a evaluar en una visita de verificación sanitaria.	63
2.3 Toma de muestra de producto terminado.	67
Capítulo 3 Resultados y discusión.	77
3.1 Resultados y discusión de visitas de verificación sanitaria realizadas por la COPRISEH durante el periodo comprendido del mes de Julio de 2007 al mes de Octubre de 2014.	77
3.2 Porcentaje general de cumplimiento.	78
3.3 Clasificación por rango de cumplimiento.	79
3.4 Aspectos de incumplimiento más frecuente.	80
3.5 Resultados de muestras de producto terminado para análisis microbiológico.	80
3.6 Resultados de muestras de producto terminado para análisis Fisicoquímico.	81
3.7 Medidas de seguridad aplicadas.	82
Capítulo 4 Conclusiones y recomendaciones.	83
4.1 Conclusiones.	83
4.2 Recomendaciones.	84
Capítulo 5 Bibliografía.	85
Anexo 1.	87

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Clasificación de la calidad del agua superficial tomando como referencia la presencia de coliformes fecales (CF).	9
Cuadro 2.	Clasificación de la calidad del agua superficial tomando como referencia la presencia de sólidos suspendidos totales (SST).	10
Cuadro 3.	Clasificación de la calidad del agua superficial tomando como referencia la presencia de los microorganismos <i>Vibrio fisheri</i> y <i>Daphnia magna</i> , como indicadores de toxicidad aguda (TA).	10
Cuadro 4.	Principales enfermedades relacionadas con el agua.	12
Cuadro 5.	Principales métodos de desinfección y purificación del agua.	15
Cuadro 6.	Evaluación de las características para los desinfectantes más comunes.	16
Cuadro 7.	Características físicas y organolépticas del agua potable.	34
Cuadro 8.	Características microbiológicas del agua potable.	35
Cuadro 9.	Características químicas del agua potable.	36
Cuadro 10.	Características organolépticas y físicas del agua purificada.	37
Cuadro 11.	Características microbiológicas del agua purificada.	38
Cuadro 12.	Presencia de desinfectantes en el agua purificada.	38
Cuadro 13.	Presencia de metales pesados o metaloides en el agua purificada.	39
Cuadro 14.	Información mínima de las bitácoras o registros en plantas purificadoras de agua (1).	56

Cuadro 15.	Información mínima de las bitácoras o registros en plantas purificadoras de agua (2).	57
Cuadro 16.	Catálogo de análisis microbiológicos realizados en el Laboratorio Estatal de Salud Pública de Hidalgo, y requisitos para la entrega de muestras.	72
Cuadro 17.	Catálogo de análisis fisicoquímicos y toxicológicos realizados en el Laboratorio Estatal de Salud Pública de Hidalgo, y requisitos para la entrega de muestras.	73
Cuadro 18.	Costos de las pruebas que realiza el Laboratorio Estatal de Salud Pública de Hidalgo, tabulador sujeto a cambios.	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Escala de colores del comparador colorimétrico usado en la determinación de cloro libre residual.	22
Figura 2.	Localización geográfica del acuífero Valle de Tulancingo (Comisión Nacional del Agua, 2013).	32
Figura 3.	Diagrama general del proceso de elaboración de agua purificada envasada.	46
Figura 4.	Ejemplo de bitácora de monitoreo de cloro libre residual.	58
Figura 5.	Croquis de localización del Laboratorio Estatal de Salud Pública de Hidalgo.	76
Figura 6.	Porcentaje general de cumplimiento en las purificadoras de agua ubicadas en la Jurisdicción Sanitaria No. 2.	78
Figura 7.	Clasificación por rango de cumplimiento de los requisitos sanitarios en las purificadoras de agua ubicadas en la Jurisdicción Sanitaria No. 2.	79
Figura 8.	Aspectos de incumplimiento más frecuente en las purificadoras de agua ubicadas en la Jurisdicción Sanitaria No. 2.	80
Figura 9.	Resultados de muestras de producto terminado tomadas por la COPRISEH para análisis microbiológico.	81
Figura 10.	Resultados de muestras de producto terminado tomadas por la COPRISEH para análisis fisicoquímico.	81
Figura 11.	Medidas de seguridad aplicadas en las purificadoras de agua ubicadas en la Jurisdicción Sanitaria No. 2.	82

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Aditivo: Cualquier sustancia permitida que, sin tener propiedades nutritivas, se incluya en la formulación de los productos y que actúe como estabilizante, conservador o modificador de sus características organolépticas, para favorecer ya sea su estabilidad, conservación, apariencia o aceptabilidad.

Agua para consumo humano preenvasada: Agua de cualquier origen, que no contiene materia extraña, ni contaminantes, ya sean químicos, físicos o microbiológicos, que causen efectos nocivos a la salud, para su comercialización se presenta al consumidor en envases cerrados, incluyéndose entre otras: al agua de manantial, agua mineral, agua mineralizada.

Aislado: Separación física de un área con respecto de otras por medio de material sanitario, resistente y permanente.

Anomalía sanitaria: Irregularidad con relación a las especificaciones de carácter sanitario establecidos las normas aplicables y que representan un riesgo para la salud.

Bebida no alcohólica: Cualquier líquido, natural o transformado, que proporcione al organismo elementos para su nutrición.

Bitácora: Documento controlado que provee evidencia objetiva y auditable de las actividades ejecutadas o resultados obtenidos durante el proceso del producto y su análisis.

Buenas prácticas de higiene: Todas las medidas necesarias para garantizar la inocuidad y salubridad del producto en todas las fases de producción hasta su consumo final.

Buenas prácticas de manufactura: Conjunto de normas y actividades relacionadas entre sí, destinadas a garantizar que los productos tengan y mantengan las especificaciones requeridas para su uso.

Calidad: Conjunto de propiedades y características inherentes a una cosa que permite apreciarla como igual, mejor o peor entre las unidades de un producto y la referencia de su misma especie.

Contaminación cruzada: Presencia en un producto, de entidades físicas, químicas o biológicas indeseables procedentes de otros productos o etapas del proceso.

Desinfección: Reducción del número de microorganismos a un nivel que no da lugar a contaminación del producto, mediante agentes químicos, métodos físicos o ambos.

Envase: Recipiente destinado a contener un producto y que entra en contacto con el mismo.

Etiqueta: Marbete, rótulo, inscripción, marca, imagen gráfica u otra forma descriptiva que se haya escrito, impreso, estarcido, marcado, en relieve o en hueco, grabado, adherido, precintado o anexo al empaque o envase del producto.

Fauna nociva: Todos aquellos animales capaces de contaminar al producto por medio de sus excreciones, secreciones o por acción mecánica.

Inocuo: Que no hace o causa daño a la salud.

Límite máximo: Cantidad establecida de aditivos, microorganismos, parásitos, materia extraña, plaguicidas, biotoxinas, residuos de medicamentos, metales pesados y metaloides que no se debe exceder en un alimento, bebida o materia prima.

Limpieza: Conjunto de procedimientos que tienen por objeto eliminar tierra, residuos, suciedad, polvo, grasa u otros materiales objetables.

Lote: Cantidad de un producto elaborado en un mismo ciclo, integrado por unidades homogéneas, e identificado con un código específico.

Materia extraña: Sustancia, resto o desecho orgánico o no, que se presenta en el producto, sea por contaminación o por manejo no higiénico del mismo durante su

elaboración, o comercialización, considerándose entre otros: excretas, pelos de cualquier especie, huesos e insectos, que resulten perjudiciales para la salud.

Materia prima: Sustancia o producto de cualquier origen, que se use en la elaboración de alimentos y bebidas no alcohólicas. En este caso, el agua de la cual se parte para obtener el producto terminado.

Material sanitario: Liso, fácil de lavar y desinfectar, no absorbente, inerte, que no ceda sustancias tóxicas.

Planta: Establecimiento fijo en el que se lleva a cabo el proceso de los productos.

Proceso: Conjunto de actividades relativas a la obtención, elaboración, fabricación, preparación, conservación, mezclado, acondicionamiento, envasado, manipulación, transporte, distribución, almacenamiento y expendio o suministro al público de los productos.

Producto adulterado: Producto cuya naturaleza o composición no correspondan a aquéllas con que se etiquete, anuncie, expendia, suministre o cuando no correspondan a las especificaciones de su autorización, o haya sufrido tratamiento que disimule su alteración, se encubran defectos en su proceso o en la calidad sanitaria de las materias primas utilizadas.

Producto alterado: Producto o materia prima que por la acción de cualquier causa, haya sufrido modificaciones en su composición intrínseca que reduzcan su poder nutritivo o terapéutico; lo conviertan en nocivo para la salud, o modifiquen sus características, siempre que éstas tengan repercusión en la calidad sanitaria de los mismos.

Producto contaminado: Producto o materia prima que contenga microorganismos, hormonas, bacteriostáticos, plaguicidas, partículas radiactivas, materia extraña, así como cualquier otra sustancia en cantidades que rebasen los límites permisibles establecidos por la Secretaría de Salud.

Producto envasado: Producto que cuando es colocado en un envase de cualquier naturaleza, no se encuentra presente el consumidor y la cantidad de producto contenido en él no puede ser alterada, a menos que el envase sea abierto o modificado perceptiblemente.

Producto terminado: Producto que se ofrecerá al consumidor final.

Tratamiento: Operación o serie de operaciones a la que es sometida el agua o el hielo durante su elaboración, con el propósito de eliminar o reducir su contaminación.

Tóxico: Sustancia que constituye un riesgo para la salud cuando al penetrar al organismo humano produce alteraciones físicas, químicas o biológicas que dañan la salud de manera inmediata, mediata, temporal o permanente, o incluso ocasiona la muerte.

INTRODUCCIÓN

El agua es un producto indispensable para las diferentes actividades que el ser humano realiza de manera cotidiana tales como el aseo personal, la elaboración de alimentos y por supuesto, la hidratación. También se utiliza en grandes cantidades en la elaboración o fabricación de la mayoría de productos tanto alimentarios como no alimentarios; así como en la prestación de servicios.

Las fuentes de abastecimiento de agua tienen una variedad natural en la calidad, la cual depende en gran parte del origen del suministro; el agua para uso y consumo humano requiere de un acondicionamiento previo que elimine o reduzca la posible contaminación química o por agentes infecciosos hasta niveles que garanticen que su consumo no ocasionará riesgos a la salud de las personas.

Debido al proceso de concentración poblacional en las localidades urbanas y su acelerado crecimiento, se ha dado un incremento en la demanda de alimentos, productos y servicios; dentro de los cuales se incluye el agua purificada envasada, lo cual ha dado como resultado un aumento en la cantidad de pequeñas plantas purificadoras de agua las cuales se han establecido en la región que ocupa la Jurisdicción Sanitaria No. 2 de Tulancingo, Hidalgo.

Actualmente en ésta Jurisdicción, y según el padrón de establecimientos de la Delegación de la Comisión para la Protección contra Riesgos Sanitarios del Estado de Hidalgo (COPRISEH), existen 80 plantas purificadoras de agua. No obstante, se observa una variación frecuente en el número de ellas ya que no todas las empresas que se establecen logran permanecer debido a que existe un mercado extremadamente competido.

El incumplimiento de los requisitos sanitarios establecidos por la COPRISEH en las plantas purificadoras de agua de los municipios de Cuauhtepic de Hinojosa, Santiago Tulantepec, Singuilucan y Tulancingo de Bravo; se debe principalmente al desconocimiento de éstos por parte de los propietarios de los establecimientos, quienes por lo general inician actividades sin obtener información completa al respecto; además, emplean trabajadores que no han recibido capacitación sobre

los aspectos técnicos propios de la actividad a desarrollar lo que ocasiona que le resten importancia a tareas fundamentales del proceso tales como las buenas prácticas de higiene propiciando la contaminación microbiológica del producto.

La poca o nula oferta de este tipo de capacitación en la región constituye una limitante que instituciones educativas locales podrían subsanar otorgando la capacitación técnica necesaria para estas empresas, posibilitándoles demostrar documentalmente la capacitación del personal y contribuir con ello al mejoramiento de sus condiciones higiénico-sanitarias buscando además incrementar la calidad del producto terminado.

Con el presente documento se pretende, al ofrecer información basada en el tipo de proceso con el que cuentan las empresas locales dedicadas a la purificación y envasado de agua, contribuir a mejorar las condiciones higiénico-sanitarias de dichos establecimientos, a la estandarización del proceso para la obtención de un producto terminado de mejor calidad y por lo tanto, al cumplimiento de los requisitos establecidos por la Secretaría de Salud.

OBJETIVOS

Objetivo general.

Efectuar un análisis de las condiciones higiénico-sanitarias en las que operan las plantas purificadoras de agua ubicadas en la Jurisdicción Sanitaria No. 2 de Tulancingo, Hidalgo.

Objetivos particulares.

1. Establecer cuáles son las condiciones generales de operación de las plantas purificadoras de agua locales.
2. Señalar los aspectos de incumplimiento más frecuentes en las purificadoras de agua locales.
3. Proporcionar información sobre los requisitos sanitarios necesarios para el funcionamiento de una planta elaboradora de agua purificada envasada.
4. Promover la capacitación del personal sobre buenas prácticas de higiene y buenas prácticas de manufactura.
5. Aportar un documento de referencia y consulta para la capacitación del personal en las plantas purificadoras de agua, basado en las características observadas de tales establecimientos de la jurisdicción de Tulancingo, Hidalgo.

JUSTIFICACIÓN

Toda empresa productora de insumos para la salud tiene la responsabilidad de elaborar productos seguros mediante el autocontrol de la calidad sanitaria considerando la obtención, manipulación, expendio, distribución y transporte del producto, lo cual es verificado por la Secretaría de Salud.

El presente trabajo busca facilitar el acceso a la información básica necesaria para la operación de una empresa de elaboración de agua purificada envasada, constituyendo un documento auxiliar que promueva el cumplimiento permanente de las condiciones higiénico-sanitarias requeridas, mediante la capacitación continua del personal propiciando que éste asuma la responsabilidad necesaria.

La realización de este documento fue motivada por el incumplimiento o cumplimiento temporal de los requisitos sanitarios en las empresas, además del desconocimiento de normas para el producto terminado; lo cual ha propiciado la aplicación de medidas de seguridad por parte de la COPRISEH en los establecimientos por poner en riesgo la salud de los consumidores. Por lo tanto, busca ser considerado un manual de consulta y capacitación para plantas purificadoras de agua sin dejar de observar que los detalles especiales de operación se complementan eficazmente en la práctica.

1.1 Generalidades.

En la molécula del agua, dos átomos de hidrógeno se combinan con uno de oxígeno. El agua es un solvente excepcional; en ocasiones se le denomina el “solvente universal” porque, si tiene el tiempo necesario, disuelve casi cualquier sustancia, aunque sea en cantidades pequeñas (Price, 2007).

Solís (2005) menciona que el agua es un componente de nuestra naturaleza que ha estado presente en la Tierra desde hace más de 3,000 millones de años y ocupa tres cuartas partes de la superficie del planeta. La mayoría de agua, es decir alrededor del 98%, es agua salada que se encuentra en mares y océanos. El sobrante es el agua dulce que poseemos, de la cual un 69% corresponde a agua atrapada en glaciares y nieves eternas, un 30% está constituido por agua subterránea y una cantidad no superior al 0.7% se encuentra en forma de ríos y lagos.

El agua es una sustancia cuyo estado más frecuente es el líquido, aunque es posible encontrar agua en estado sólido (el hielo) o en estado gaseoso (vapor). El volumen total de agua en el mundo permanece constante, lo que cambia es la calidad y la disponibilidad. Ésta se recicla mediante un sistema conocido como el ciclo del agua o ciclo hidrológico.

Según la Comisión Nacional del Agua (2012), su uso sustentable se logra cuando se cumplen los aspectos siguientes:

- a) Genera bienestar social: básicamente se refiere al suministro de los servicios de agua potable y alcantarillado a la población, así como el tratamiento de las aguas residuales.
- b) Propicia el desarrollo económico: se considera al agua como un insumo en la actividad económica; por ejemplo en la agricultura, la producción de energía eléctrica o la industria.

- c) Se preserva: es el elemento que cierra el concepto de sustentabilidad. Si bien se reconoce que el agua debe proporcionar bienestar social y apoyar el desarrollo económico, se debe preservar en cantidad y calidad adecuadas para las generaciones actuales y futuras, así como para la flora y fauna de cada región.

El agua líquida alcanza su densidad máxima a 3.94 °C. En el hielo a 0 °C y por debajo, la existencia de una estructura molecular muy abierta es la causa de que el estado sólido sea menos denso que el líquido. Como líquido, el agua tiende a formar esferas, como se ve en las gotas y cae por gravedad. Su elevado punto de ebullición de 100 °C asegura su existencia continua como líquido en la tierra. La fuerza de enlace intermolecular es responsable de la naturaleza cohesiva del agua y de las fuerzas internas en su superficie que permiten al agua el tener la tensión superficial más elevada de todos los líquidos; la cual facilita la capilaridad y la capacidad del agua para humedecer las superficies. La potente acción disolvente del agua es vital para la vida de vegetales y animales ya que permite el transporte de sustancias químicas y nutrientes para que se desarrollen y faciliten los procesos vitales. Sin embargo, ésta misma característica puede operar en el transporte de contaminantes dañinos y sustancias tóxicas. Virtualmente todos los cambios químicos dependen del agua (Dorothy & Ashurst, 1998).

1.2 El agua para consumo humano.

El equilibrio natural ha sido gradualmente afectado conforme el hombre ha aumentado la derivación artificial de agua para satisfacer sus necesidades personales (uso doméstico), para la producción de alimentos (uso agropecuario) y para el desarrollo de procesos económicos (uso industrial).

Hasta el siglo XIX el aprovechamiento creciente del agua por el hombre, con la consecuente reducción gradual de los escurrimientos naturales, en general, no causó daños graves al ambiente. Sin embargo, en el transcurso del siglo XX la derivación del agua para diversos usos creció de modo acelerado, especialmente durante su

segunda mitad, al grado que ahora existen porciones importantes de la superficie continental del planeta, en las cuales el ambiente ha sufrido daños graves; en casos extremos, irreparables.

Por lo tanto, sólo una fracción de los escurrimientos naturales, superficiales o subterráneos, debería ser aprovechada por el hombre. Además de los requerimientos del ambiente, existen limitaciones de índole técnica que reducen aún más la proporción de los escurrimientos naturales aprovechables. La porción accesible de los escurrimientos naturales de una cuenca, cuya infraestructura de regulación ha sido plenamente desarrollada, en la mayoría de los casos no supera el 70%, a la que hay que deducir los requerimientos del ambiente para determinar la cantidad de agua que puede destinarse a los diversos usos humanos.

Por otra parte, con base en los estudios que ha realizado la Comisión Nacional del Agua, se ha detectado que en diversas regiones, entidades federativas y localidades del país, los volúmenes de agua concesionados superan el escurrimiento y la recarga de los acuíferos, situación que genera escasez del recurso, conflictos entre los usuarios y diversos efectos perjudiciales (Semarnat, NOM-011-CONAGUA-2000).

El abastecimiento público consiste en el agua entregada mediante las redes de agua potable, las que abastecen a los usuarios domésticos, así como a las diversas industrias y servicios conectados a dichas redes. El disponer de agua en cantidad y calidad suficiente para el consumo humano es una de las demandas básicas de la población, pues incide directamente en su salud y bienestar general (Semarnat y Conagua, 2012).

Por lo que respecta a México, el 34% del agua que se consume proviene de la superficie de la tierra y el resto de los mantos acuíferos subterráneos. De éste 100% la agricultura por irrigación consume el 77.9%, en el uso doméstico se utiliza el 11.5%, en la industria el 8.5% y en la acuicultura el 2.1%. La cantidad de agua que se desperdicia debido a los procesos utilizados en la irrigación es del 54%, y del agua potable que conducen los sistemas de suministro se pierde el 45% a lo largo de las redes (Solís, 2005).

El agua absorbe rápidamente tanto las sustancias naturales como las producidas por el hombre, generalmente convirtiendo el agua en inadecuada para su consumo sin algún tipo de tratamiento. Los grupos importantes de sustancias que pueden considerarse indeseables en exceso son: color, materia suspendida, turbidez, patógenos, dureza, sabor y olor, productos químicos nocivos (Gray, 1994).

El agua para consumo humano es también denominada “agua potable” debido a que se le ha sometido a un conjunto de operaciones y procesos, físicos y/o químicos en los sistemas de abastecimiento públicos o privados a fin de hacerla apta para uso y consumo humano, toda vez que no contiene contaminantes objetables ya sean químicos o agentes infecciosos y que no causa efectos nocivos para la salud. El agua potable es aquella que puede beberse sin restricciones. Es insípida (no tiene sabor), inodora (sin olor) e incolora (transparente). Se obtiene a partir del agua dulce, que es el tipo de agua que contiene sólo una cantidad mínima de sales disueltas.

1.3 Importancia de la calidad del agua.

La calidad del agua cruda oscila grandemente de una fuente a otra, por ello, el tipo de tratamiento requerido para producir agua potable también varía (Romero, 2006).

El agua de cualquier fuente debe ser adecuada para los propósitos previstos. Para beber debe estar libre de organismos patógenos; en otras palabras, deberá tener buena calidad biológica. También sus características físicas y químicas deben ser adecuadas. En términos químicos, no deberá contener material disuelto o en suspensión que pueda ser negativo para la salud o pueda dar al agua un sabor desagradable. Desde el punto de vista físico, no deberá tener temperatura, color y transparencia objetables (Price, 2007).

Actualmente se sabe que los principales contaminantes biológicos del agua son microorganismos patógenos de origen fecal. Siendo la ruta de infección más común la ingestión: cuando algún individuo presenta un cuadro de contagio por bacterias gran cantidad de gérmenes son evacuados en la materia fecal, que al canalizarse en el

drenaje o por exposición directa, crea focos de infección para la población. En la mayoría de los enfermos y a causa de bacterias entéricas patógenas, existe el estado de *portador sano*, por lo que, en poblaciones donde las infecciones son comunes, una alta porción de individuos sanos excretan elevadas concentraciones de microorganismos patógenos. Dicho estado de portador sano puede variar desde semanas hasta toda la vida del individuo (Comisión Nacional del Agua, 2007).

La Comisión Nacional del Agua (2012) considera que el agua potable y el saneamiento adecuado son elementos cruciales para la reducción de la mortalidad y morbilidad entre la población menor de cinco años; en la disminución tanto de la incidencia de enfermedades de transmisión hídrica causantes de diarrea; así como posibles afecciones resultantes del consumo de agua con componentes químicos patógenos tales como arsénico, nitratos o flúor. La efectividad del procedimiento de desinfección del agua que se suministra a la población a través de sistemas formales de abastecimiento se evalúa por medio de la determinación de cloro libre residual, que es un indicador fundamental, y cuya presencia en la toma domiciliaria indica la eficiencia de la desinfección.

1.4 Características del agua de acuerdo a su origen.

Las precipitaciones traen cantidades apreciables de materia sólida a la tierra como es el polvo, polen, cenizas de volcanes, bacterias, esporas, e incluso en ocasiones, organismos mayores. El mar es el principal origen de las sales que se encuentran disueltas en la lluvia tales como iones de cloro, sodio, sulfato, magnesio, calcio y potasio. Las emisiones domésticas e industriales a la atmósfera también incorporan materiales a las nubes que posteriormente son devueltas a la tierra en las precipitaciones. El uso de la tierra, incluyendo la urbanización y la industrialización, así como la geología de la cuenca de captación; afecta significativamente la calidad y cantidad del agua. El largo periodo en el que el agua está en un embalse asegura que el agua se aclarará debido a la actividad bacteriana que eliminará cualquier materia

orgánica presente y a la floculación física y procesos de sedimentación los cuales eliminan pequeñas partículas. En las aguas estancadas la población de algas es mucho mayor que en los ríos, debido a un exceso de nutrientes, por ejemplo, por escurrimientos de actividades de agricultura; lo cual puede originar un sabor desagradable en el agua incluso después del tratamiento. Cuando se libera hierro, manganeso, amoníaco, sulfuros, fosfatos y sílice; de los sedimentos al agua, provocará cambios en la coloración, sabor y olor (Gray, 1994).

El agua subterránea contribuye sustancialmente al caudal base de muchos ríos de las zonas bajas, así cualquier paso encaminado a proteger la calidad de las aguas subterráneas protegerá también indirectamente las aguas superficiales.

En ocasiones el agua subterránea no cumple con los requerimientos de potabilidad, porque contiene concentraciones elevadas de algunos sólidos disueltos que se derivaron de su evolución natural a lo largo de las trayectorias de flujo entre las zonas de recarga y descarga. En este caso, la interacción normal agua-acuífero provoca que elementos traza como el hierro, manganeso, fluoruro, arsénico, boro; etc. o elementos mayores como el cloruro, sulfato ó bicarbonato se presenten en concentraciones más elevadas a las indicadas en la normatividad. Con estas características se puntualiza que el agua subterránea es de mala calidad. Sin embargo, cuando el agua subterránea no es apta para consumo humano porque tiene concentraciones anómalas de compuestos orgánicos, detergentes, compuestos inorgánicos como el nitrato, o bacterias coliformes y virus, que se asocian directamente con actividades antropogénicas, entonces se dice que se trata de agua contaminada (Comisión Nacional del Agua, 2007).

1.4.1 El agua subterránea.

El agua subterránea es un recurso natural muy importante en la República Mexicana. Aproximadamente tres cuartas partes del territorio son de naturaleza árida o semiárida, por lo que el agua del subsuelo constituye una de las alternativas más viables y económicas para ser la base del desarrollo de la población. Alguna vez se

pensó que el agua subterránea estaba protegida de la contaminación, debido a que los materiales geológicos por los que se desplaza funcionaban como una especie de filtros de las impurezas que se infiltraban desde la superficie del terreno. Actualmente se reconoce que esta situación no es completamente válida, por lo que en donde exista contaminación, se presenta el peligro potencial de que el agua subterránea se contamine, tornándola no apta para el consumo humano. El medio granular es el compuesto por materiales de tipo sedimentario, constituido por partículas de tamaño variado resultado de la disgregación de rocas preexistentes. En estos depósitos, el agua subterránea se desplaza por los intersticios libres entre las partículas. Los caminos que recorre el agua son variados y dependen del tamaño, forma y distribución espacial de las partículas. En general es muy tortuoso, debido al arreglo aleatorio de poros interconectados (porosidad efectiva), por lo que la velocidad promedio del agua subterránea en este tipo de medio bajo gradientes hidráulicos normales, es relativamente baja; del orden de decenas a centenas de metros por año (Comisión Nacional del Agua, 2007).

La Comisión Nacional del Agua (2012) señala que la importancia del agua subterránea se manifiesta en el volumen de agua utilizada por los principales usuarios ya que el mayor volumen de agua concesionada para uso consuntivo (agrícola, abastecimiento público, industria alimentaria) pertenece a este origen.

Uno de los parámetros que permite evaluar la salinización de las aguas subterráneas son los sólidos totales, de acuerdo a su concentración las aguas subterráneas se clasifican en dulces (<1000 mg/l), ligeramente salobres (1000 a 2000 mg/l) y salinas (>10,000 mg/l). El límite entre el agua dulce y la ligeramente salobre coincide con la concentración máxima señalada por la modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, que establece los límites máximos permisibles que debe cumplir el agua para consumo humano y tratamiento en materia de calidad del agua para consumo humano.

La mayor parte del agua subterránea extraída para uso doméstico, industrial y agrícola es agua derivada directamente de la lluvia y de su infiltración como parte del ciclo hidrológico. La química del agua subterránea cambia durante éste proceso y los

cambios dependen de factores tales como los minerales con los cuales se pone en contacto, las condiciones de temperatura y presión, y el tiempo de reacción disponible entre el agua y los minerales. La modificación físico-química del agua subterránea en su paso a través del suelo y subsuelo es secuencia de la evolución química del agua la cual se presenta en muchos acuíferos (Price, 2007).

Económicamente el agua subterránea es más barata que el agua superficial ya que está disponible en el punto de demanda y no requiere la construcción de embalses; es generalmente de buena calidad, libre de sólidos en suspensión y, excepto en áreas donde ha sido afectada por la contaminación, libre de bacterias y otros patógenos. La calidad del agua subterránea depende de una serie de factores tales como: la naturaleza del agua de lluvia, la cual puede variar considerablemente especialmente en términos de acidez debido a la contaminación; la naturaleza de las aguas subterráneas existentes las cuales pueden tener una edad de decenas de miles de años; la naturaleza del suelo a través del cual el agua debe de infiltrar; y la naturaleza de la roca que forma el acuífero (Gray, 1994).

1.4.2 El agua superficial.

Agua superficial es un término general que describe cualquier tipo de agua que se encuentra discurriendo o estancada en la superficie en arroyos, ríos, estanques, lagos y embalses. Las aguas superficiales se originan por una combinación de procedencias: lluvia que ha caído sobre el terreno y que fluye directamente sobre la superficie hacia la masa de agua, lluvia que cae directamente sobre la masa de agua, exceso de humedad en el suelo que está continuamente drenando en la masa de agua; y descarga de la capa freática, donde hay un acuífero por debajo del nivel de una masa de agua, el agua se descargará directamente desde el acuífero a la masa de agua. La calidad y cantidad de agua superficial dependerá de una combinación entre el clima y factores geológicos (Gray, 1994).

Generalmente los contaminantes se encuentran asociados a una fuente, que a su vez se relaciona con una utilidad o uso específico. Muchas de las fuentes potenciales de

contaminación son relativamente fáciles de localizar. En este rubro se mencionan gasolineras, rellenos sanitarios, fábricas, entre otras. Sin embargo, la identificación de las fuentes potenciales de contaminación no siempre es un paso sencillo, sobre todo cuando se trata de contaminantes relacionados con actividades no comerciales o a pequeña escala, como puede ser el aceite automotriz usado, desechos de pequeñas granjas; o el basurero que dejó de utilizarse (Comisión Nacional del Agua, 2007).

La Comisión Nacional del Agua (2012) identifica que los ríos y arroyos constituyen una red hidrográfica de 633 mil kilómetros de longitud y cuyas cuencas cubren el 65% de la superficie territorial continental del país. Además, señala los criterios de calidad del agua superficial descritos en los cuadros 1, 2 y 3:

Cuadro 1. Clasificación de la calidad del agua superficial tomando como referencia la presencia de coliformes fecales (CF).

CRITERIO NMP/100 ML	CLASIFICACIÓN	COLOR
CF ≤ 100	EXCELENTE NO CONTAMINADA.	AZUL
100 < CF ≤ 200	BUENA CALIDAD. AGUAS SUPERFICIALES CON CALIDAD SATISFACTORIA PARA LA VIDA ACUÁTICA Y PARA USO RECREATIVO CON CONTACTO PRIMARIO.	VERDE
200 < CF ≤ 1,000	ACEPTABLE AGUAS SUPERFICIALES CON CALIDAD SATISFACTORIA COMO FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y PARA RIEGO AGRÍCOLA.	AMARILLO
1,000 < CF ≤ 10,000	CONTAMINADA AGUAS SUPERFICIALES CON CONTAMINACIÓN BACTERIOLÓGICA.	NARANJA
CF > 10,000	FUERTEMENTE CONTAMINADA AGUAS SUPERFICIALES CON FUERTE CONTAMINACIÓN BACTERIOLÓGICA.	ROJO

Cuadro 2. Clasificación de la calidad del agua superficial tomando como referencia la presencia de sólidos suspendidos totales (SST).

CRITERIO (mg/l)	CLASIFICACION	COLOR
SST ≤ 25	EXCELENTE CLASE DE EXCEPCIÓN, MUY BUENA CALIDAD.	AZUL
25 < SST ≤ 75	BUENA CALIDAD AGUAS SUPERFICIALES CON BAJO CONTENIDO DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS, GENERALMENTE CONDICIONES NATURALES. FAVORECE LA CONSERVACIÓN DE COMUNIDADES ACUÁTICAS Y EL RIEGO AGRÍCOLA IRRESTRICTO.	VERDE
75 < SST ≤ 150	ACEPTABLE AGUAS SUPERFICIALES CON INDICIO DE CONTAMINACIÓN. CON DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS BIOLÓGICAMENTE. CONDICIÓN REGULAR PARA PECES. RIEGO AGRÍCOLA RESTRINGIDO.	AMARILLO
150 < SST ≤ 400	CONTAMINADA AGUAS SUPERFICIALES DE MALA CALIDAD CON DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES CRUDAS. AGUAS CON ALTO CONTENIDO DE MATERIAL SUSPENDIDO.	NARANJA
SST > 400	FUERTEMENTE CONTAMINADA AGUAS SUPERFICIALES CON FUERTE IMPACTO DE DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES CRUDAS CON ALTA CARGA CONTAMINANTE. MALA CONDICIÓN PARA PECES.	ROJO

Cuadro 3. Clasificación de la calidad del agua superficial tomando como referencia la presencia de los microorganismos *Vibrio fisheri* y *Daphnia magna*, como indicadores de toxicidad aguda (TA).

CRITERIO (UT)	CLASIFICACIÓN	COLOR
TA < 1	TOXICIDAD NO DETECTABLE	AZUL
1 ≤ TA ≤ 1.33	TOXICIDAD BAJA	VERDE
1.33 < TA < 5	TOXICIDAD MODERADA	AMARILLO
TA ≥ 5	TOXICIDAD ALTA	ROJO

UT	Unidades de toxicidad.
TNC	Toxicidad no cuantificable (interpretar como toxicidad alta TA ≥ 5).
TND	Toxicidad no detectable (TA < 1)

1.5 Enfermedades transmitidas por el agua.

La transmisión a través del agua de organismos patógenos ha sido la fuente más grave de epidemias de algunas enfermedades. Entre las enfermedades más conocidas cuyos gérmenes pueden ser transmitidos por el agua están las de origen bacterial, las ocasionadas por protozoos patógenos y las asociadas a virus (Romero, 2005).

Las bacterias son pequeñísimos organismos vivos, formados por una sola célula; los cuales solamente pueden ser vistos con el microscopio, por lo cual se incluyen dentro del término más general de microorganismos. Existen muchas clases de bacterias, muy diferentes en tamaño, forma y funciones; y como todos los organismos vivos las bacterias pueden reproducirse. Se encuentran en el medio ambiente, en el suelo, y por medio del polvo están suspendidas en el aire; existen en el agua, como resultado del paso de la lluvia a través del aire y debido al paso de las corrientes de agua a través y sobre el suelo. Todas las bacterias requieren alimento para continuar su vida y crecimiento, y todas son afectadas por muchas sustancias químicas y por las condiciones de temperatura, oxígeno y humedad del ambiente en el que se encuentran (Departamento de Sanidad del estado de Nueva York, 2006).

Los organismos patógenos que se encuentran contaminando las aguas son:

- Virus
- Bacterias
- Protozoarios y
- Helmintos

Proviene de desechos humanos que están infectados o que son portadores. Generalmente, causan enfermedades del aparato intestinal como: fiebre tifoidea, paratifoidea, disentería, helmintiasis y cólera, entre muchas otras, y son responsables de un gran número de muertes al año en países con escasos recursos sanitarios. En el cuadro 4 se muestran algunas de las enfermedades infecciosas, en cuya incidencia puede influir el agua (Comisión Nacional del Agua, 2007).

Cuadro 4. Principales enfermedades relacionadas con el agua.

TIPO DE RELACIÓN CON EL AGUA	ENFERMEDAD
INGESTIÓN.	CÓLERA HEPATITIS INFECCIOSA LEPTOSPIROSIS PARATIFOIDEA TULAREMIA TIFOIDEA
INGESTIÓN O CONTACTO.	DISENTERÍA AMIBIANA DISENTERÍA BACILIAR GASTROENTERITIS
CONTACTO.	ASCARIASIS CONJUNTIVITIS ENFERMEDADES DIARRÉICAS LEPRA SARNA SEPSIS Y ÚLCERA DE LA PIEL TIÑA TRACOMA
SIRVE PARA EL DESARROLLO DE LOS MICROORGANISMOS.	GUSANO DE GUINEA ESQUISTOSOMIASIS
PROMUEVE VECTORES.	PALUDISMO ONCOCERCOSIS ENFERMEDAD DEL SUEÑO FIEBRE AMARILLA

1.6 Origen del agua envasada.

A través de la historia el ser humano ha bebido agua para sobrevivir, además se ha añadido a la mayoría de los productos y se ha utilizado como base de bebidas como el vino o la cerveza. No obstante, es posible distinguir dos tipos de tendencias en el consumo de agua como tal. La primera es un agua de alta mineralización, apreciada por sus atributos altamente saludables y posiblemente por sus propiedades medicinales. A menudo, el agua podía estar carbonatada de forma natural, proveniente de un manantial efervescente y podría emerger caliente. La segunda es

un agua dulce, fresca, consumida por su pureza y sus propiedades purificadoras. A comienzos de la primera década de 1800, se vendían aguas de manantial carbonatadas. Sin embargo, la tendencia del mercado era abrumadoramente medicinal y el mercado todavía era pequeño. Durante el siglo diecinueve, el mercado cambió hacia un consumo más amplio, desarrollándose tanto o más, la limonada, el refresco de jengibre y otros refrescos aromatizados. Esta tendencia a una mayor tasa de consumo de refrescos, excluyendo las aguas embotelladas se aceleró en el Reino Unido debido a los grandes avances obtenidos sobre seguridad y palatabilidad del suministro público del agua, progresos en la calidad del agua de la llave que no tuvieron reflejo en el resto del continente europeo. Se considera que las personas prefieren el consumo de agua embotellada sobre el agua de llave, principalmente por las siguientes razones:

- Salud: notables beneficios se atribuyen a una mayor atención a la vida sana y el agua embotellada presenta el atractivo de no llevar calorías, aditivos ni alcohol.
- Forma de vida: la imagen del agua embotellada se ha desarrollado para adaptarse a los estilos de vida contemporáneos, haciendo énfasis en la naturaleza y la pureza.
- *Marketing*: un marketing y envasado efectivos han aumentado su atractivo, permitiendo así unos precios elevados para ciertas marcas.
- Contaminación: cualquier incidente localizado de contaminación del agua de la llave es objeto de señalamiento por los medios de comunicación, dándole un fuerte empuje a las aguas embotelladas.
- Disponibilidad: en los últimos años, también se ha producido una escasez del agua corriente, principalmente debido a veranos inusualmente secos.
- Sabor: la gente se está sensibilizando a la coloración o los sabores anómalos en el agua corriente.
- Hábitos: una vez se ha producido el cambio, es poco probable que la gente lo deje, a no ser que pierda la confianza en las aguas embotelladas o sus circunstancias económicas disminuyan (Dorothy & Ashurst, 1998).

Los consumidores tienen la impresión de que el agua embotellada es en alguna forma más pura o segura que la que viene de la llave, y están dispuestos a defender su creencia pagando tanto por un litro de agua como lo que pagan por un litro de leche o de jugo de frutas. Cuando se le pregunta a cualquier persona cuál es la característica más importante y deseable en el agua para consumo humano, es muy probable que la respuesta se relacione con la “pureza” de la misma. El concepto de agua pura ha sido explotado en gran medida por las compañías relacionadas con la venta de agua embotellada (Price, 2007).

Uno de los mayores desafíos a los que se enfrenta la industria del agua es el comprender cómo perciben los consumidores la calidad del agua, por qué no les gusta beber agua del grifo y, finalmente, educar al consumidor acerca de la calidad del agua y las funciones reguladoras de las empresas del agua (Gray, 1994).

1.7 Procesos de desinfección y purificación del agua.

La desinfección dentro de los sistemas de tratamiento de agua potable sirve para destruir microorganismos capaces de causar enfermedades de origen hídrico y es considerada como el mecanismo esencial para proteger a los seres humanos de la posible exposición a focos infecciosos por este medio. La elección del tipo de proceso se hace con base en los costos, la eficiencia y posible automatización. La desinfección se puede realizar por aplicación de calor, luz, agentes químicos oxidantes, ácidos y álcalis, iones metálicos o contacto con superficies activadas químicamente. Los procesos por los cuales los organismos patógenos pueden ser dañados se clasifican como físicos o químicos. Los métodos físicos se caracterizan porque reducen la concentración de organismos por daño en la pared o membrana celular o alteración de su fisiología ocasionándoles la muerte. En los métodos químicos se utilizan fuertes agentes oxidantes, aunque no necesariamente todo oxidante es un buen desinfectante. La acción desinfectante, teóricamente se realiza en dos etapas; primero penetran la pared celular y luego reaccionan con las enzimas, paralizando el metabolismo de la glucosa y provocando con ello la muerte del organismo. La

eficiencia depende del tipo de microorganismo involucrado, lo que parece estar determinado por la resistencia de su membrana celular y por la concentración del reactivo. En el cuadro 5 se mencionan algunos métodos de desinfección y purificación del agua (Comisión Nacional del Agua, 2007).

Cuadro 5. Principales métodos de desinfección y purificación del agua.

MÉTODOS FÍSICOS	MÉTODOS QUÍMICOS
FILTRACIÓN	YODO
TEMPERATURA	BROMO
SEDIMENTACIÓN	PLATA IONIZADA
RADIACIÓN (SOLAR, LUZ UV, GAMMA)	OZONO
PROCESOS ELECTROLÍTICOS	COLORO

El proceso de desinfección tal como se aplica en el tratamiento del agua, debe diferenciarse del proceso de esterilización, el cual implica la total destrucción o inactivación de todos los microorganismos, incluyendo bacterias, quistes de amibas, algas, esporas y virus. La desinfección no destruye todos los microorganismos. El mecanismo de destrucción de los organismos en la desinfección depende principalmente de la naturaleza del desinfectante y del tipo de organismo, la mayor parte de los desinfectantes destruyen la proteína celular principalmente por inactivación de los sistemas enzimáticos críticos, enzimas esenciales para la vida microbiológica. En la desinfección, la destrucción o inactivación de los microorganismos no se efectúa instantáneamente, sino gradualmente como en la mayoría de los procesos fisicoquímicos. Algunos factores tales como la competencia de las impurezas por el desinfectante (por ejemplo formación de complejos, oxidación), pobre distribución del desinfectante en el agua, concentraciones localizadas de organismos; pueden contribuir a una disminución en la velocidad de desinfección. Los agentes químicos tales como ozono, dióxido de cloro y cloro, capaces de oxidar a los compuestos orgánicos, pueden actuar como desinfectantes por degradación química directa de la materia celular. La desinfección por calor de grandes volúmenes de agua no es posible desde el punto de vista económico, la

resistencia térmica de los diferentes microorganismos y virus varía significativamente, siendo las esporas mucho más resistentes que las células vegetativas (Weber, 2003).

Existen diversos métodos y sustancias desinfectantes de agua, las características de los más comúnmente usados, se describen en el cuadro 6.

Cuadro 6. Evaluación de las características para los desinfectantes más comunes.

CARACTERÍSTICA	COLORO	HIPOCLORITO DE SODIO	HIPOCLORITO DE CALCIO	OZONO	U.V.
TOXICIDAD A MICROORGANISMOS	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA
SOLUBILIDAD	LIGERA	ALTA	ALTA	ALTA	N. A.
ESTABILIDAD	ESTABLE	LIGERAMENTE ESTABLE	RELATIVAMENTE ESTABLE	INESTABLE	DEBE GENERARSE AL USARSE
TOXICIDAD A FORMAS DE VIDA SUPERIORES	ALTA	TÓXICO	TÓXICO	TÓXICO	TÓXICO
HOMOGENEIDAD	HOMOGÉNEO	HOMOGÉNEO	HOMOGÉNEO	HOMOGÉNEO	N.A.
INTERACCIÓN CON MATERIA EXTRAÑA	OXIDA MATERIA ORGÁNICA	OXIDANTE ACTIVO	OXIDANTE ACTIVO	OXIDA MATERIA ORGÁNICA	MODERADA
TOXICIDAD A TEMPERATURA AMBIENTE	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA
PENETRACIÓN	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	MODERADA
CORROSIÓN	ALTAMENTE CORROSIVO	CORROSIVO	CORROSIVO	ALTAMENTE CORROSIVO	N.A.
CAPACIDAD DESODORIZANTE	ALTA	MODERADA	MODERADA	ALTA	NINGUNA
DISPONIBILIDAD	BAJO COSTO	COSTO BAJO A MODERADO	COSTO BAJO A MODERADO	COSTO DE MODERADO A ALTO	COSTO DE MODERADO A ALTO

Durante las visitas de verificación realizadas por la COPRISEH a 65 plantas purificadoras de agua locales en la región de Tulancingo, se ha identificado el uso de cinco métodos de desinfección del agua como parte del proceso: filtración, cloración, ozonificación, luz ultravioleta y ósmosis inversa; observando que éste último se utiliza sólo en cuatro de los establecimientos señalados.

1.7.1 Filtración.

Consiste en hacer pasar una mezcla sólida-líquida a través de un medio poroso (filtro), que retiene los sólidos y permite el paso de los líquidos. Este proceso disminuye la carga de sólidos y material coloidal en el agua, remueve las partículas y materia coloidal no sedimentables. Dependiendo de la forma en que los sólidos son retenidos se conocen dos tipos principales de filtración: superficial (membranas) y a profundidad. En función de la velocidad de paso del agua se conocen los filtros lentos ($<1 \text{ m}^3/\text{h}$) y los rápidos ($>2 \text{ m}^3/\text{h}$). De las diversas variantes los que se emplean específicamente para remover patógenos son los filtros lentos de arena para agua potable y los procesos de membranas en agua residual y potable, donde destaca la nano filtración (Comisión Nacional del Agua, 2007).

1.7.2 Cloración.

El cloro se aplica tanto en potabilización como depuración e incluye funciones adicionales a la desinfección, como son el control de sabor y olor, la prevención del crecimiento de algas en la infraestructura hidráulica, el mantenimiento de filtros, la remoción de hierro y manganeso, la destrucción del ácido sulfhídrico, la remoción de color por ciertos colorantes orgánicos y el mantenimiento de sistemas de distribución de agua, controlando el limo. El cloro, en condiciones ambientales de presión y temperatura, es un gas amarillo verdoso, con olor irritante característico. Es no inflamable aunque en su forma gaseosa mantiene la combustión de algunos materiales. Reacciona fácilmente con sustancias explosivas, por lo cual no debe almacenarse cerca de zonas habitadas o lugares de trabajo. El cloro se combina

con diferentes compuestos rápidamente incluyendo los nitrogenados. En presencia de humedad, el cloro -ya sea líquido o gaseoso- es sumamente corrosivo pues reacciona con el agua para formar ácidos hipocloroso y clorhídrico. El cloro causa dos tipos de daño en las células. Por un lado, afecta la integridad de la membrana y obstruye su permeabilidad, y por otro, altera funciones celulares; por ello, la reacción de los microorganismos ante el cloro está determinada por la resistencia de sus membranas así como por la relativa afinidad química de este compuesto con las sustancias vitales del organismo. Para el primer caso, por ejemplo, las bacterias del grupo coliforme y las del género *Salmonella* son poco resistentes ya que efectúan su respiración en la superficie de la célula y su membrana por ello es muy permeable y poco resistente. En cambio, otros microorganismos cuando encuentran condiciones adversas se enquistan y resisten al cloro. Ello ocurre con las amibas cuyos quistes son 100 veces más difíciles de inactivar que *Escherichia coli*. Por su parte, los virus entéricos, como el *Echovirus*, *Cocksakiavirus* y *Polivirus*, también son muy resistentes debido a que poseen una capa de proteínas que los recubre. También es importante considerar que cuando las bacterias como los estafilococos forman grupos aquéllas que se encuentren en el interior estarán protegidas. Por ello, para que el cloro, y en general cualquier desinfectante actúe, los microorganismos deben estar distribuidos uniforme y libremente en el agua, lo cual se logra por la ausencia de partículas y la agitación del agua (Comisión Nacional del Agua, 2007).

La cloración representa el proceso más importante usado en la obtención de agua de calidad sanitaria adecuada. El proceso será tan efectivo como lo sea el control que se ejerza para asegurar que todo el abastecimiento de agua recibe cloro continuamente y en una cantidad proporcional al gasto, para que produzca una desinfección eficaz. Las aguas naturales están formadas de soluciones complejas de muchas sustancias, algunas de ellas que influyen sobre la cloración son:

- Los sólidos suspendidos, los cuales pueden poner una barrera a las bacterias protegiéndolas de la acción destructora del cloro.
- La materia orgánica, que reacciona con el cloro de tal modo que le quita sus propiedades desinfectantes.

- El amoniaco, que reacciona con el cloro libre para formar un compuesto del cloro y que tiene cualidades desinfectantes menos eficaces que las del cloro libre mismo.
- La reacción del agua, indicada por el valor de su pH. Las aguas de baja alcalinidad y pH son más fácilmente desinfectadas; por ejemplo aguas con un pH menor que 7.2 en comparación con las que tienen un pH mayor que 7.6.
- Los nitritos, que reaccionan con el cloro libre y lo eliminan, y que además pueden producir un color falso cuando se hace prueba de la ortotolidina.
- El hierro y el manganeso, que producen un color falso cuando se usa la prueba de la ortotolidina (Departamento de Sanidad del estado de Nueva York, 2006).

Romero (2005) describe la desinfección como el término aplicado a aquellos procesos en los cuales microorganismos patógenos pero no sus esporas, son destruidos. El propósito primario de la desinfección del agua es el de impedir la diseminación de enfermedades hídricas tales como cólera o tifoidea. En el tratamiento del agua el cloro y los compuestos de cloro, hipocloritos de calcio y de sodio (el hipoclorito de sodio comercial es líquido, generalmente con 12% a 15% de cloro), son los desinfectantes más populares debido a las siguientes razones:

- Es relativamente barato.
- Es fácil de aplicar y de alta solubilidad.
- En concentraciones que son insaboras e inocuas para consumo humano deja un residual en solución, el cual provee protección sanitaria en el sistema.
- Es altamente tóxico para los microorganismos causantes de enfermedades transmitidas por agua.

Aunque se le atribuyen algunas desventajas tales como:

- Que es altamente corrosivo en solución.
- Con los fenoles forma clorofenoles, los cuales dan origen a problemas serios de olores.
- Con algunas sustancias orgánicas forma trihalometanos, de los cuales el cloroformo es de máximo interés por sospecharse que es un agente cancerígeno.

La selección del punto de aplicación del cloro debe hacerse con base en la variación mínima del caudal, la mezcla rápida y homogénea del cloro en el agua, y la facilidad de acceso al equipo para su inspección. La operación exitosa del proceso de cloración requiere básicamente:

- Suministro adecuado y permanente del agente desinfectante.
- Control eficiente, continuo y exacto de la dosificación.
- Manejo seguro en todo momento del compuesto y de los equipos utilizados para su aplicación.
- Mezcla completa y continua del desinfectante con toda el agua a tratar (Romero, 2006).

Weber (2003) menciona que el cloro elemental reacciona con la mayoría de los elementos y compuestos, principalmente materiales orgánicos; y un aspecto a considerar en las prácticas de cloración son los posibles efectos tóxicos a largo plazo en la salud pública debido a los compuestos orgánicos clorados. Para minimizar éste problema, se utiliza frecuentemente carbón activado después de la cloración para eliminar los compuestos orgánicos clorados mediante su adsorción. Una adición simultánea de carbón y cloro no es efectiva ya que el cloro reacciona químicamente con el carbón. El rendimiento del cloro como desinfectante es máximo para aquellas aguas que están relativamente libres de sustancias químicas que puedan oxidarse, y que por lo tanto ejercen una demanda de cloro. El exceso de cloro puede resultar por una sobredosis accidental o por una adición intencionada de cantidades excesivas de cloro para acelerar la desinfección.

Durante el manejo del cloro deben tomarse ciertas precauciones ya que agrede principalmente al sistema respiratorio. En su forma líquida causa fuertes quemaduras en piel y ojos. Los daños son más severos a medida que la concentración y el tiempo de exposición son mayores. Puesto que, en presencia de humedad reacciona formando ácidos hipocloroso y clorhídrico, el cloro actúa como irritante de las membranas mucosas y de todas aquellas partes de nuestro cuerpo que contengan humedad. Aunque a temperaturas y presión normales es un gas, si es ingerido, puede producir quemaduras en la boca, esófago y estómago. El cloro no tiene efectos

acumulativos conocidos y todas las molestias que causa se deben directa o indirectamente a su acción irritante local. Sin embargo, las personas que dentro de su historial clínico padezcan enfermedades crónicas del aparato respiratorio, la piel o los ojos, no deben trabajar en áreas o instalaciones donde se maneje cloro (Comisión Nacional del Agua, 2007).

1.7.2.1 El cloro libre residual.

Se refiere a aquella porción de cloro que queda disuelto en el agua, que no está asociado con materia orgánica, y que aún tiene determinado poder desinfectante, después de un periodo de contacto definido; que reacciona química y biológicamente como ácido hipocloroso o como ion hipoclorito, en una proporción que varía en función del pH. Es fundamental mantener pequeñas concentraciones de cloro libre residual para asegurar que el agua ha sido convenientemente desinfectada, aunque la ausencia de cloro libre residual no implica la presencia de contaminación microbiológica.

Para controlar y comprobar los niveles adecuados de cloro libre residual se utiliza un método sencillo en el que, en una muestra de agua, el cloro reacciona con el DPD (N,N-dietil-p-fenilendiamina), utilizando un comparador colorimétrico, en el cual da una lectura en PPM (partes por millón) de oxidante presente en el agua (mg de oxidante por litro de agua o mg/l). El reactivo oxida el cloro y ocasiona que el color del agua cambie a diferentes tonos de magenta, de acuerdo a la concentración de cloro residual. La intensidad del color es directamente proporcional a la concentración de cloro presente. En la Figura 1. Se muestra la escala de colores del comparador colorimétrico.

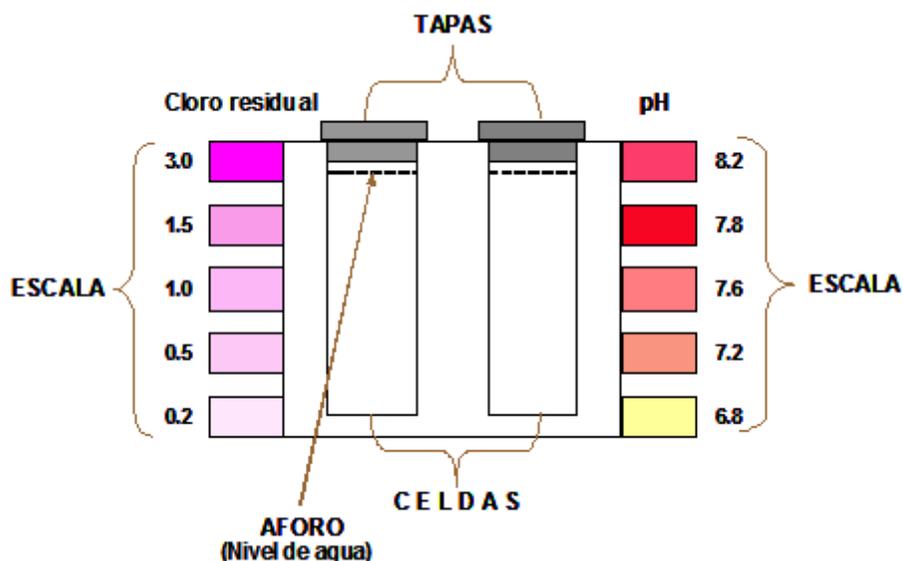


Figura 1. Escala de colores del comparador colorimétrico usado en la determinación de cloro libre residual.

Según Weber (2003), la cloración residual libre se alcanza rápidamente para aguas de una demanda de cloro baja. El mantenimiento de una concentración residual de cloro libre en el agua minimiza el crecimiento de organismos y facilita la oxidación y eliminación de agentes inorgánicos como SH_2 , Mn^{2+} , Fe^{2+} .

La experiencia ha demostrado que las concentraciones de cloro residual libre que son eficaces para destruir la mayoría de los microorganismos, son de 0.2 a 1.0 mg/lit; sin embargo es prácticamente imposible mantener esa concentración de cloro residual en todo un depósito grande y descubierto, porque el cloro reacciona con la materia orgánica y es disipado por la luz solar (Departamento de Sanidad del estado de Nueva York, 2006).

1.7.3 Ozonificación.

Weber (2003) menciona que el ozono se usa para la desinfección del agua potable y su purificación al tener la propiedad de eliminar del agua el color, sabor y olor; eliminar

hierro y manganeso; y oxidar el fenol y el cianuro. Debido a que el ozono tiene una serie de características benéficas tales como:

- Es un oxidante fuerte que reacciona rápidamente con la mayoría de compuestos orgánicos y microorganismos presentes en las aguas naturales.
- No imparte sabores ni olores al agua.
- Se produce a partir del oxígeno atmosférico por medio de energía eléctrica.

Entre las desventajas se considera el costo y el rendimiento del equipo generador de ozono, y la calidad de los métodos de inyección del gas; además, el ozono tiene que generarse en el lugar y momento de su utilización, debido principalmente a su inestabilidad.

1.7.4 Luz ultravioleta.

Weber (2003) establece que los efectos bactericidas de la luz solar intensa o luz artificial son debidos principalmente a la radiación ultravioleta o radiaciones de longitud de onda corta. La acción destructiva máxima ocurre más allá del espectro visible. La luz ultravioleta puede destruir una célula, retrasar su crecimiento o cambiar su herencia por medio de una mutación genética. Formas bacteriales distintas tienen diferentes resistencias a la radiación ultravioleta, siendo las esporas más resistentes que las células vegetativas. El uso de la luz ultravioleta para la desinfección tiene algunas ventajas definidas. Literalmente no se añade nada al agua y por lo tanto no se cambia su calidad, además; después del tratamiento no se obtienen ni gustos ni olores. La principal desventaja de la radiación ultravioleta como método para desinfectar suministros de agua, es debida al hecho de que no proporciona una protección residual contra la recontaminación.

La radiación ultravioleta se emite con unas lámparas especiales que están encerradas en cámaras de reacción de acero inoxidable, y es efectiva para matar todos los microorganismos siempre y cuando el tiempo de exposición sea el adecuado (Gray, 1994).

Constituye un método eficiente para la desinfección de aguas claras y su efectividad decrece en aguas turbias, requiriendo algún proceso auxiliar, como la filtración. Tiene el inconveniente de que puede haber fotoreactivación, esto es, que la célula sane y como no hay un efecto desinfectante residual puede haber nuevamente crecimiento. Debido a que la luz UV debe ser absorbida por los microorganismos para que los inactive, cualquier cosa que evite su contacto afecta el grado de desinfección. La capacidad que tiene el agua para transmitir la luz UV determinará si es posible la desinfección con luz UV. La dureza del agua afecta la solubilidad de metales que pueden absorber la luz UV, el pH puede afectar la solubilidad de metales y carbonatos; los sólidos suspendidos absorben la luz UV proporcionando protección a las bacterias, los sólidos disueltos absorben la luz UV (Comisión Nacional del Agua, 2007).

1.7.5 Ósmosis inversa.

La ósmosis del agua es un fenómeno físico relacionado con el movimiento de un solvente a través de una membrana semipermeable la cual contiene poros de tamaño molecular los cuales dejan pasar las moléculas pequeñas pero no las grandes, normalmente del tamaño de micrómetros. En este proceso, las moléculas de agua atraviesan la membrana semipermeable desde la disolución de menor concentración, a la de mayor concentración. Tal comportamiento supone una difusión simple a través de la membrana, sin gasto de energía.

Weber (2003) define la ósmosis como el transporte espontáneo de un disolvente desde una disolución diluida a una disolución concentrada a través de una membrana semipermeable ideal, que impide el paso del soluto pero deja pasar el disolvente.

El fenómeno de la ósmosis ocurre en situaciones normales, en que los dos lados de la membrana estén a la misma presión; si se aumenta la presión del lado de mayor concentración de la solución, por encima de la presión osmótica; la dirección del flujo se invierte logrando que el agua pase desde el lado de alta concentración al de baja concentración de sales. A esto se le llama ósmosis inversa ya que a través de la

membrana semipermeable sólo pasa agua. Este fenómeno constituye la base de la ósmosis inversa aplicada en el tratamiento del agua. La ósmosis inversa es de alguna forma similar a la filtración ya que ambos procesos implican la separación de un líquido a partir de una mezcla que se hace pasar a través de un dispositivo que retiene los otros componentes.

1.8 Organismos gubernamentales encargados de la distribución de agua para consumo humano en la Jurisdicción Sanitaria.

Solís (2005) advierte que las instituciones encargadas de la disposición y oferta de agua pública han experimentado reformas significativas a lo largo de los años. Se han presentado muchas situaciones distintas: un desplazamiento en el papel de los gobiernos, alejándose de la simple condición de suministro para convertirse en un regulador de servicios de agua. Esto también ha sido complementado con un papel más importante para el sector privado; ya que se ha optado por el modelo de concesión, donde se participa manejando algunos servicios y el sector público retiene el control y la propiedad del sistema.

En la región que comprende la Jurisdicción Sanitaria No. 2 los organismos encargados de la distribución del agua potable son: en el municipio de Cuautepec de Hinojosa, la Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuautepec de Hinojosa (CAPASCHH); en el municipio de Santiago Tulantepec, la Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Municipio de Santiago Tulantepec (CAASST); en el municipio de Singuilucan, La Comisión de Agua y Alcantarillado de Sistemas Intermunicipales (C.A.A.S.I.M.); y en el municipio de Tulancingo, la Comisión de Agua y Alcantarillado del Municipio de Tulancingo (CAAMT).

1.8.1 Distribución de funciones.

1) CONAGUA.

Solís (2005) señala que la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) es la agencia gubernamental encargada del manejo del agua (propiedad de la Nación) y dispone de Gerencias Regionales y tienen oficinas en todo el país. La CONAGUA entrega el agua en bloque y la cobra a precios que incorporan un monto variable de subsidio. La vende a crédito a los municipios y éstos la revenden a los consumidores finales.

La CONAGUA, por medio de los Organismos de Cuenca realiza las siguientes tareas básicas:

- a) Determinar la disponibilidad del agua.
- b) Orientar los nuevos polos de desarrollo.
- c) Lograr el uso sustentable del agua.
- d) Asegurar la preservación de los acuíferos.
- e) Garantizar la calidad del agua superficial.
- f) Llevar a cabo la recaudación en materia de aguas nacionales y sus bienes.
- g) Solucionar conflictos relacionados con el agua.
- h) Otorgar concesiones, asignaciones y permisos.
- i) Promover la cultura del buen uso y preservación del agua.
- j) Prevenir los riesgos y atender los daños por inundaciones.
- k) Prevenir los riesgos y atender los efectos por condiciones de escasez de agua.
- l) Operar la infraestructura estratégica.

En México, el servicio de agua potable, conjuntamente con los de drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales se encuentra a cargo de los municipios. Las tarifas del agua potable son fijadas de diferente manera en cada municipio, dependiendo de lo que establece la legislación de cada entidad federativa; en algunos casos las tarifas son aprobadas por el congreso local de la entidad, mientras que en otros las aprueba el órgano de gobierno o Consejo Directivo del

organismo operador de agua potable del municipio o localidad o de la Comisión Estatal de Aguas.

2) C.A.A.S.I.M.

La Comisión de Agua y Alcantarillado de Sistemas Intermunicipales (C.A.A.S.I.M.) es un Organismo Público Descentralizado de la Administración Pública del Estado de Hidalgo, el cual tendrá por objeto principalmente:

- a) Prestar los servicios públicos de suministro de agua, drenaje, alcantarillado, tratamiento, disposición y reúso de las aguas residuales; en los núcleos de población para los que así sea solicitada dicha prestación, por el o los municipios correspondientes; en los términos de los convenios y contratos que para ese efecto se celebren.
- b) Suministrar agua en bloque a los prestadores de servicios de agua potable que lo soliciten.
- c) Planear, programar, presupuestar, estudiar, proyectar, construir, rehabilitar, ampliar, operar, administrar, conservar y mejorar los sistemas de agua potable o tratada, alcantarillado, tratamiento, disposición y reúso de aguas residuales: en los términos de las disposiciones legales en la materia.
- d) Realizar los actos y acciones necesarios para la Prestación de los Servicios Públicos en todos los asentamientos humanos, atendiendo a las Normas Oficiales Mexicanas que se emitan en relación con los mismos y a la Ley Estatal de Agua y Alcantarillado, su Reglamento y demás disposiciones aplicables.

3) C.A.P.A.S.C.H.H.

La Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Municipio de Cuauhtepic de Hinojosa, Hidalgo (C.A.P.A.S.C.H.H.); es un organismo público descentralizado que se encarga de la prestación de los servicios públicos del agua dentro de la jurisdicción territorial del municipio. Las funciones y atribuciones de éste organismo son, entre otras:

- Planear, programar y otorgar la prestación de los servicios públicos referidos.
- Realizar los actos necesarios para la prestación de los servicios públicos del agua en todos los asentamientos humanos, atendiendo la ley de aguas nacionales, su reglamento, las Normas Oficiales Mexicanas que se emitan en relación con los mismos y la Ley Estatal de Agua y Alcantarillado y su reglamento.
- Otorgar los permisos de descargas de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado, en los términos de la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento, de la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del estado de Hidalgo, Ley Estatal de Agua y Alcantarillado, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas.
- Promover programas de suministro de agua potable, de uso racional y eficiente del mismo y de desinfección intradomiciliaria.
- Realizar el monitoreo de la calidad del agua, gestionando además el circulado perimetral de las diferentes fuentes de abastecimiento y tanques de almacenamiento.
- Inspeccionar, verificar y en su caso, aplicar sanciones conforme a lo establecido en la Ley Estatal de Agua y Alcantarillado y su reglamento.

4) C.A.A.S.S.T.

La Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Santiago Tulantepec (C.A.A.S.S.T.); es un organismo descentralizado de la Administración Pública Municipal. Se encarga de la planeación, programación y prestación de los servicios públicos del agua dentro de la jurisdicción territorial del municipio. Las diferentes fuentes de abastecimiento que controla el organismo operador son: el pozo Los Romeros, pozo Habitacional del Bosque, pozo San José, pozo Plan de Ayala, pozo la Joya y el manantial de Ventoquipa.

5) C.A.A.M.T.

La Comisión de Agua y Alcantarillado del Municipio de Tulancingo de Bravo, Hidalgo (C.A.A.M.T.); es un organismo público descentralizado de naturaleza mixta estatal y municipal, que para su organización y funcionamiento se rige por lo dispuesto la Ley de Agua y Alcantarillado del Estado de Hidalgo; así como mediante leyes y reglamentos federales y estatales, por ejemplo:

A. Legislación federal.

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- Ley de Aguas Nacionales.
- Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.
- Reglamento Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público.

B. Legislación estatal.

- Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Hidalgo.
- Ley Estatal de Agua y Alcantarillado para el Estado de Hidalgo.
- Decreto 426 que Aprueba las Cuotas y Tarifas para el Ejercicio Fiscal 2012.
- Reglamento de la Ley Estatal del Agua y Alcantarillado.

Los trámites y servicios que presta la CAAMT, se contemplan dentro de las facultades y atribuciones de cada unidad administrativa de éste organismo en base a su Estatuto, de las cuales se mencionan sólo aquellas de particular interés para éste trabajo:

1.- Dirección técnica.

- Coordinar y controlar la eficiencia de los equipos de bombeo, potabilización y distribución de agua potable, para asegurar la calidad del servicio.
- Instrumentar los programas de conducción, suministros y transporte de agua potable, conforme a lo dispuesto de la ley.

a) Control de calidad y saneamiento.

- Cloración y supervisión de fuentes formales del municipio.
- Monitoreo de lecturas de Cl₂ residual de la red del municipio.
- Visitas semanales de monitoreo a fuentes informales.
- Suministro de agua a cisternas en colonias de alta marginación, en colonias con suspensión de agua.
- Control de estadística y supervisión de las descargas de agua residual en puntos de actividad comercial.

2.- Dirección comercial.

- Facturación de cobros efectuados por servicios de agua y drenaje.
- Coordinar los trabajos para la toma de lecturas.
- Coordinar la realización de reconexiones, instalaciones nuevas.
- Notificar y dictaminar tomas clandestinas, alteración de medidores e irregularidades.

a. Contratos.

- Contratos de agua y drenaje.
- Constancia de no servicios y no adeudos.
- Pasar reportes de instalación de medidores y cajas de regularizaciones y tomas nuevas.
- Dar cuentas a usuarios y ubicaciones.

b. Macroconsumidores.

- Lleva el control del consumo de agua de grandes empresas.
- Les notifica e informa del estado en que se encuentra.
- Supervisa anomalías si las hubiera.

1.8.2 Fuentes de abastecimiento de agua en la región.

Los municipios que comprenden la Jurisdicción Sanitaria No. 2 están incluidos en el acuífero Valle de Tulancingo, definido con la clave 1317 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, el cual se localiza en la porción suroriental del Estado de Hidalgo, en el límite con el Estado de Puebla, cubriendo una superficie de 1,054 km². Pertenece al Organismo de Cuenca Golfo Norte y es jurisdicción territorial de la Dirección Local en Hidalgo.

Limita al norte con el acuífero Meztlán, del Estado de Hidalgo; al noreste con el acuífero Álamo-Tuxpan, del Estado de Veracruz; al este con el acuífero Acaxochitlán; al oeste con el acuífero Huasca-Zoquital; al sur con el acuífero Tecocomulco, pertenecientes al Estado de Hidalgo; al suroeste con el acuífero Cuautitlán-Pachuca del Estado de México, y al sureste con el acuífero Tecolutla, perteneciente al Estado de Veracruz. El acuífero de Acaxochitlán (clave 1318) comprende una pequeña parte de los municipios de Cuauhtepic de Hinojosa, y Tulancingo de Bravo. El acuífero Tecocomulco (clave 1319) cubre el municipio de Cuauhtepic de Hinojosa, y parte del municipio de Singuilucan.

Geopolíticamente el acuífero Valle de Tulancingo comprende la totalidad del municipio Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero; casi la totalidad de los municipios Acatlán, Cuauhtepic de Hinojosa, Metepec, Tulancingo de Bravo; parcialmente los municipios Huasca de Ocampo y Singuilucan; así como pequeñas porciones de los municipios Acaxochitlán, Agua Blanca de Iturbide y Tenango de Doria; todos ellos del Estado de Hidalgo; tal como se observa en la Figura 2.

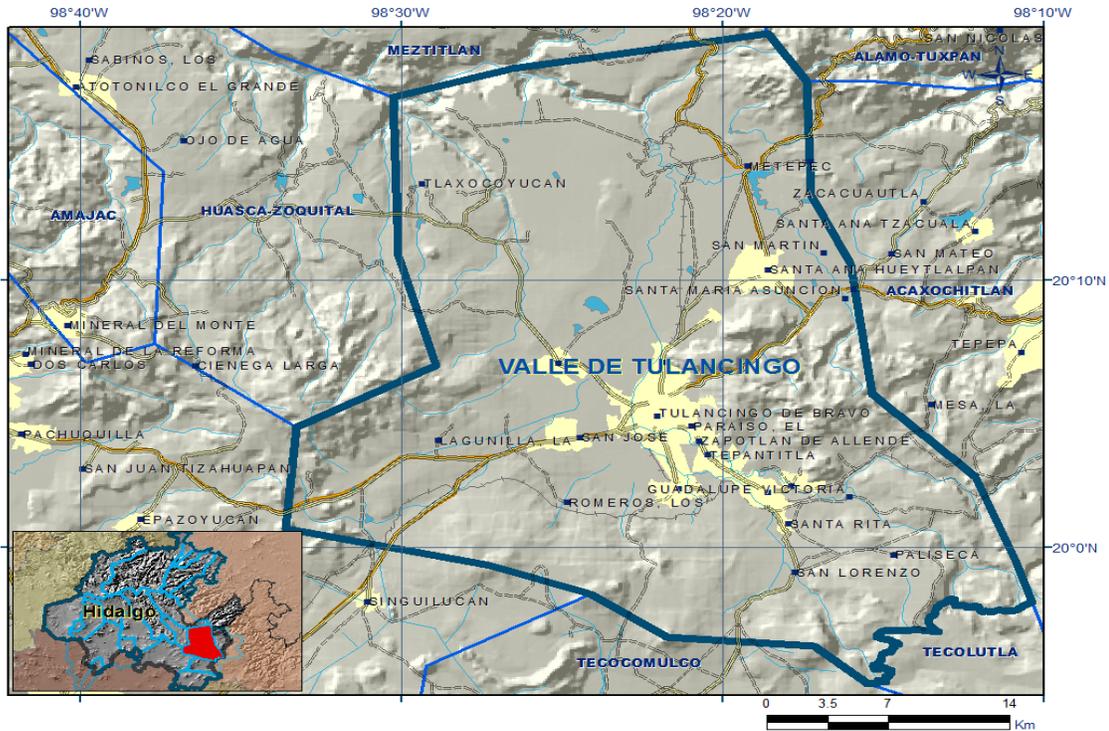


Figura 2. Localización geográfica del acuífero Valle de Tulancingo (Comisión Nacional del Agua, 2013).

En la región sur del acuífero existen pequeños manantiales intermitentes, cuyo caudal disminuye paulatinamente después de que concluye la temporada de lluvias. Más al norte, existen varios manantiales perennes de mayor caudal, como los de Ventoquipa, Hueyapan y los que dan origen al Lago de Zupitlán. Estos manantiales son utilizados por los habitantes de la región para diversos usos y corresponden a descargas de agua subterránea de sistemas de flujo local e intermedio.

En el Valle de Tulancingo se han construido obras de control de avenidas, como la presa La Esperanza, que se localiza al sureste del valle, cuyas aguas son utilizadas en el Distrito de Riego 28 Tulancingo. Al norte se localiza otro embalse importante que es la Laguna de Zupitlán. Otros cuerpos superficiales de agua, de menor tamaño, están distribuidos en el todo el valle, entre ellos destaca la Laguna de Hueyapan que se utiliza para abastecimiento de agua potable a la región.

En la actualidad se registra la existencia de un total de 329 captaciones de agua subterránea, de las cuales el 43% se ubica en el municipio de Tulancingo, Hgo. De estos aprovechamientos, 290 son pozos, 11 norias, y 28 manantiales. Del total de aprovechamientos activos, 143 están destinados al uso agrícola, 60 al público-urbano, 27 al doméstico y abrevadero, 4 al uso industrial y 14 sin uso.

El volumen total de extracción de agua subterránea a través de pozos, norias y galerías filtrantes es de 64.1 hm³/año. El principal uso del agua subterránea es el agrícola con 38.1 hm³/año, que representa el 59.4 % de la extracción total, seguido del uso público urbano con 24.0 hm³/año, que corresponde al 37.5 %; para uso industrial se extraen 0.4 hm³/año, que representa el 0.6 % y 1.6 hm³/año, es decir 2.5% para uso doméstico- abrevadero.

Adicionalmente, a través de manantiales se descargan 44.8 hm³/año que se utilizan principalmente para usos agrícola y doméstico (CONAGUA, 2013).

1.8.3 Características del agua en la región.

De manera general, el agua subterránea del Valle de Tulancingo es apta para consumo humano en cuanto a su salinidad total y a las concentraciones de elementos principales y traza, ya que no rebasan los límites máximos permisibles establecidos en la Modificación de 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”.

La concentración de sólidos totales disueltos (STD) presenta valores que varían de 58 a 526 mg/l, que se incrementan de sur a norte, confirmando la dirección preferencial del flujo subterráneo. Sólo la concentración del hierro de algunas muestras rebasa el límite máximo permisible de 0.3 mg/l, en el manantial de la localidad Zupitlán, por ejemplo; sin embargo, la concentración reportada no ocasiona problemas a la salud de la población, sólo provoca manchas en la ropa e incrustación en las tuberías. También se detectaron concentraciones altas de coliformes fecales y totales que

indican contaminación con agua residual. Las concentraciones de cloruro y sodio son bajas, varían de 0.9 a 53.1 y menores de 29.5 mg/l, respectivamente. El fluoruro también presenta concentraciones bajas, de 0.04 a 0.83 mg/l, inferior al límite máximo permisible que establece la norma mencionada. Con respecto a las familias del agua de acuerdo a los iones dominantes, predomina la bicarbonatada- sódica, que representa agua de reciente infiltración con tiempo corto de residencia, que ha circulado a través de rocas volcánicas (CONAGUA, 2013).

1.9 Parámetros de calidad del agua potable.

En México, la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 establece los límites permisibles de calidad para el agua potable con el fin de prevenir y evitar la transmisión de algunas enfermedades gastrointestinales. En el cuadro 7 se presentan las características físicas y organolépticas tales como el sabor y el olor, que se detectan sensorialmente, mientras que el color y la turbiedad se determinan por medio de métodos analíticos de laboratorio.

Cuadro 7. Características físicas y organolépticas del agua potable.

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 RESULTADO DE CONDICIONES OBJETABLES DESDE EL PUNTO DE VISTA BIOLÓGICO O QUÍMICO).
TURBIEDAD	5 UNIDADES DE TURBIEDAD NEFELOMÉTRICAS (UTN) O SU EQUIVALENTE EN OTRO MÉTODO.

Las características microbiológicas contemplan microorganismos nocivos a la salud humana. Para efectos de control sanitario se considera específicamente organismos coliformes totales y *Escherichia coli* o coliformes fecales como indicadores generales de contaminación microbiológica; lo cual se muestra en el cuadro 8.

Cuadro 8. Características microbiológicas del agua potable.

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
ORGANISMOS COLIFORMES TOTALES	AUSENCIA O NO DETECTABLES
<i>E. COLI</i> O COLIFORMES FECALES U ORGANISMOS TERMOTOLERANTES.	AUSENCIA O NO DETECTABLES.

Así mismo, existen límites permisibles de sustancias químicas en el agua; lo cual se señala en el cuadro 9.

Cuadro 9. Características químicas del agua potable.

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE mg/L
ALUMINIO	0,20
ARSÉNICO	0,05
BARIO	0,70
CADMIO	0,005
CIANUROS (COMO CN-)	0,07
COLOR RESIDUAL LIBRE	0,2-1,50
CLORUROS (COMO CL-)	250,00
CROMO TOTAL	0,05
DUREZA TOTAL (COMO CaCO ₃)	500,00
FENOLES O COMPUESTOS FENÓLICOS	0,3
FIERRO	0,30
FLUORUROS (COMO F-)	1,50
MANGANESO	0,15
MERCURIO	0,001
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)	0,20
DDT (TOTAL DE ISÓMEROS)	1,00
GAMMA-HCH (LINDANO)	2,00
PLOMO	0,01
SODIO	200,00
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	1000,00
SULFATOS (COMO SO ₄ ⁼)	400,00
SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO (SAAM)	0,50
TRIHALOMETANOS TOTALES	0,20

1.10 Parámetros de calidad del agua purificada.

En nuestro país es de observancia obligatoria para las personas físicas o morales que se dedican al proceso de agua purificada o su importación, el cumplimiento de las especificaciones sanitarias indicadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-201-SSA1-2002. Refiriéndose al agua para consumo humano preenvasada, de cualquier origen, que no contiene materia extraña, ni contaminantes ya sean químicos, físicos o microbiológicos, que causen efectos nocivos a la salud; y que para su comercialización se presenta al consumidor en envases cerrados. Las características organolépticas y físicas se detallan en el cuadro 10.

Cuadro 10. Características organolépticas y físicas del agua purificada.

ESPECIFICACION	LIMITE MAXIMO
OLOR	INODORO
SABOR	INSÍPIDO
COLOR	15 UNIDADES DE COLOR VERDADERO* EN LA ESCALA DE PLATINO COBALTO. (*Únicamente el producido por sólidos disueltos en el agua)
TURBIEDAD	5 UNIDADES DE UNT

Romero (2005) establece que los olores y sabores en el agua frecuentemente ocurren juntos y en general son prácticamente indistinguibles; entre las causas más comunes de olores y sabores en el agua se encuentran: materia orgánica en solución, sulfuro de hidrógeno, cloruro de sodio, sulfato de sodio y magnesio, hierro y manganeso, fenoles, aceites, productos de cloro, diferentes especies de algas, hongos, etc. La determinación del olor y el 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.

Además, menciona que las causas más comunes del color del agua son la presencia de hierro y manganeso coloidal o en solución; el contacto del agua con desechos orgánicos, hojas, madera, raíces, etc., en diferentes estados de descomposición; y la presencia de taninos, ácido húmico y algunos residuos industriales. La remoción del color es una función del tratamiento del agua y se practica para hacer un agua adecuada para usos generales o industriales. La determinación del color es importante para evaluar las características del agua, la fuente del color y la eficiencia del proceso usado para su remoción; cualquier grado de color es objetable por parte del consumidor y su remoción es, por lo tanto, objetivo esencial del tratamiento.

Así mismo, cita que la turbiedad es una expresión de la propiedad o efecto óptico causado por la dispersión o interferencia de los rayos luminosos que pasan a través de una muestra de agua, y que puede ser causada por una gran variedad de materiales en suspensión, que varían en tamaño desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas como arcillas, limo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, organismos planctónicos, microorganismos, etc. Los valores de turbiedad sirven para determinar el grado de tratamiento requerido, así como la potabilidad del agua. Las especificaciones de las características microbiológicas, de presencia de desinfectantes, y de presencia de metales pesados en el agua purificada se muestran en los cuadros 11, 12 y 13; respectivamente.

Cuadro 11. Características microbiológicas del agua purificada.

ESPECIFICACION	LIMITE MAXIMO
COLIFORMES TOTALES	< 1,1 NMP/100 ML

Cuadro 12. Presencia de desinfectantes en el agua purificada.

DESINFECTANTE	LIMITE MAXIMO (mg/L)
COLOR RESIDUAL LIBRE DESPUÉS DE UN TIEMPO DE CONTACTO MÍNIMO DE 30 MINUTOS	0,1* (*Cuando se utilice para desinfectar el producto)

Cuadro 13. Presencia de metales pesados o metaloides en el agua purificada.

ELEMENTO	LÍMITE MÁXIMO (mg/L)
ARSÉNICO	0,025
BORO	0,3
CADMIO	0,005
FLUORUROS COMO F ⁻	1,5
NÍQUEL	0,02
PLATA	0,1
PLOMO	0,01
SELENIO	0,01

1.10.1 Importancia de la calidad del agua purificada.

En su estado puro el agua es tanto inodora como insípida, sin embargo cuando sustancias orgánicas e inorgánicas se disuelven en el agua, comienza a adquirir un sabor característico y algunas veces olor. Generalmente las sales inorgánicas a las concentraciones encontradas de forma natural en el agua potable no afectan adversamente al sabor, de hecho, muchas de las botellas de agua mineral se compran por sus sales características o su sabor sulfuroso. Los sabores y olores están originados por la interacción de muchas sustancias presentes. El agua debe ser sabrosa en vez de estar libre de olores y sabores, pero como las personas tienen diferentes capacidades para detectar sabores y olores a bajas concentraciones esto es frecuentemente muy difícil de conseguir; sabores y olores repugnantes son la razón de la mayoría de las quejas de los consumidores respecto de la calidad del agua. Cuando los olores y sabores son un problema, se deben utilizar métodos de tratamiento específicos, el método más efectivo es la adsorción utilizando carbón activo, ya que éste elimina un amplio rango de olores y es específicamente efectivo contra los dos olores más problemáticos, los olores a moho/tierra (Gray, 1994).

Cuando se habla de la calidad del agua, el objeto de máximo interés no es realmente el agua sino los materiales presentes en ella. Dichos materiales determinan la potabilidad del agua y por lo tanto, la magnitud del tratamiento requerido; por ello los objetivos de la operación de la planta de purificación son básicamente:

- La protección de la salud pública, que implica proveer agua segura carente de organismos patógenos y libre de sustancias tóxicas en concentraciones que puedan constituir riesgos de salud para los consumidores.
- El suministro de agua estéticamente deseable, con un contenido tan bajo como sea posible de color, turbiedad, sólidos suspendidos, libre de olores y sabores y con una temperatura tan fría como las condiciones ambientales lo permitan.
- La protección de la propiedad, lo cual se refiere a la necesidad de suministrar agua no corrosiva, ni incrustante y con un grado de calidad tal que permita a los industriales su uso o tratamiento adicional, con un costo mínimo (Romero, 2006).

Es absolutamente necesario eliminar o volver inactivas cualesquiera impurezas, como las bacterias, que pueden ser perjudiciales para la seguridad y bienestar del público consumidor. La presencia de olores y sabores es probablemente el problema más complejo en el tratamiento del agua, es más deseable prevenir o impedir que se formen sustancias que produzcan olor y sabor, que tratar de removerlas una vez que se han formado (Departamento de Sanidad del estado de Nueva York, 2006).

1.10.2 Importancia de los análisis del agua purificada.

Los exámenes del agua en el laboratorio se llevan a cabo por muchos motivos, probablemente el más frecuente es el de ayudar a establecer que tan adecuada es el agua de un establecimiento para el consumo humano; esto implica considerar diversos factores tales como presencia o ausencia de contaminación, si es corrosiva para la tubería metálica o es capaz de formar incrustaciones en el sistema, si es agradable en su apariencia y sabor. Las pruebas físicas miden y registran aquellas propiedades que pueden ser observadas por los sentidos. Los análisis químicos determinan las cantidades de materia mineral y orgánica que hay en el agua y que afecte su calidad, proporcionando datos acerca de contaminaciones o mostrando las

variaciones ocasionadas por el tratamiento lo cual es indispensable para controlar un proceso. Los exámenes bacteriológicos indican la presencia de bacterias características de la contaminación y consiguientemente la calidad del agua. Los exámenes microscópicos proporcionan información relativa a las proliferaciones en el agua que frecuentemente son las que causan sabores y olores desagradables. Para determinar si un agua es segura o si los métodos precautorios que se hayan adoptado están eliminando las impurezas y las bacterias patógenas del agua, es necesario disponer de algunos medios para conocer el número de bacterias que existan en ella (Departamento de Sanidad del estado de Nueva York, 2006).

La micro, pequeña y mediana empresa, representan una proporción importante de los establecimientos a nivel estatal y nacional, que otorgan servicios a la población; de aquí la importancia de fortalecer la confianza de que los bienes que producen son de calidad, confiables y seguros para la población (Laboratorio Estatal de Salud Pública de Hidalgo, 2014).

La operación de una planta purificadora se fundamenta en el mantenimiento de la máxima calidad de su producto. Para ello se hace uso principalmente de análisis físicos, químicos y bacteriológicos del agua de conformidad con un programa de muestreo y análisis, cuya frecuencia e intensidad son en función de los problemas particulares de la calidad de agua cruda y los métodos de tratamiento usados en cada planta. Lo anterior con el fin de demostrar la calidad de su producto tanto a las autoridades encargadas del control sanitario, como a los usuarios (Romero, 2006).

El control sanitario del agua se hace con métodos bacteriológicos para determinar la presencia de contaminación fecal y sirve para indicar la eficiencia de la filtración y desinfección del agua, para estimar las condiciones sanitarias de tanques, filtros, tubería de distribución, etc.; para evaluar la calidad de nuevas fuentes de abastecimiento de agua y como indicador de contaminación súbita de abastecimientos (Romero, 2005).

El aislamiento y la identificación de organismos patógenos individuales son frecuentemente complejos, siendo diferente para cada especie, y extremadamente

lento. Estos microorganismos patógenos pueden no estar presentes en el agua todo el tiempo, y pueden estar presentes solamente en un número muy pequeño. Por lo tanto, no es práctico examinar todas las muestras de agua de modo rutinario para la presencia o ausencia de todos los patógenos. Esto ha llevado al desarrollo de la utilización de microorganismos indicadores para determinar la probabilidad de la contaminación por heces. Idealmente un organismo indicador debería (1) ser fácilmente detectado e identificado, (2) ser del mismo origen que los patógenos (por ej. del intestino), (3) estar presente en mucho mayor número que los patógenos, y (4) ser no patógeno por sí mismo. Los organismos no patógenos que están siempre presentes en el intestino de los humanos y animales se excretan junto con los patógenos, pero en mucho mayor número. Varios de éstos son fácilmente aislables y son ideales para utilizarlos como indicadores de contaminación fecal. Los más ampliamente utilizados son las bacterias no patógenas, en particular los coliformes. *Escherichia coli* (coliformes fecales) puede sobrevivir durante varias semanas bajo condiciones ideales y es bastante más fácilmente detectada, aunque otros microorganismos son utilizados para confirmar la contaminación fecal si no se detecta la *E. coli*. La cuenta de coliformes totales es una medida de todos los coliformes presentes. Las *E. coli* son exclusivamente fecales en origen y están presentes en las heces frescas. Los otros coliformes son normalmente habitantes de suelos y aguas aunque pueden también aparecer en las heces. La presencia de coliformes en el agua no implica que esté presente una contaminación fecal, aunque en la práctica se asume que los coliformes son de origen fecal a no ser que se pruebe de otra manera. Por tanto es importante confirmar si la *E. coli* está presente. En la práctica se informa de dos cuentas de coliformes: la cuenta de los coliformes totales y la cuenta de los coliformes fecales (*E. coli*) (Gray, 1994).

1.11 Vigilancia sanitaria de las plantas purificadoras de agua.

La Ley General de Salud, en su Título Decimosegundo, Control Sanitario de Productos y Servicios; establece que se entiende por control sanitario, el conjunto de acciones de orientación, educación, muestreo, verificación y en su caso, aplicación de medidas de seguridad y sanciones, que ejerce la Secretaría de Salud con la participación de los productores, comercializadores y consumidores, en base a lo que establecen las Normas Oficiales Mexicanas y otras disposiciones aplicables. También señala que corresponde a los Gobiernos de las Entidades Federativas ejercer la verificación y control sanitario de los establecimientos que expendan o suministren al público alimentos y bebidas no alcohólicas y alcohólicas, en estado natural, mezclados, preparados, adicionados o acondicionados, para su consumo dentro o fuera del mismo establecimiento, basándose en las Normas Oficiales Mexicanas que al efecto se emitan.

Además, el proceso de los productos deberá realizarse en condiciones higiénicas, sin adulteración, contaminación o alteración, y de conformidad con las disposiciones de la Ley General de Salud y demás aplicables. Los productos que deben expendirse empacados o envasados llevarán etiquetas que deberán cumplir con las normas oficiales mexicanas o disposiciones aplicables, y en el caso de alimentos y bebidas no alcohólicas, éstas se emitirán a propuesta de la Secretaría de Salud, sin menoscabo de las atribuciones de otras dependencias competentes.

La naturaleza del producto, la fórmula, la composición, calidad, denominación distintiva o marca, denominación genérica y específica, etiquetas y contra etiquetas, deberán corresponder a las especificaciones establecidas por la Secretaría de Salud, de conformidad con las disposiciones aplicables, y responderán exactamente a la naturaleza del producto que se consume, sin modificarse.

La Comisión para la Protección contra Riesgos Sanitarios del Estado de Hidalgo (COPRISEH), es un órgano desconcentrado subordinado jerárquicamente a la

Secretaría de Salud del estado, con autonomía técnica, administrativa y operativa para la ejecución de los programas de protección contra riesgos sanitarios a su cargo.

La vigilancia sanitaria corresponde a una de las actividades sustantivas de la COPRISEH; se refiere al conjunto de acciones para llevar a cabo la constatación física o inspección de productos, procesos o servicios a lo largo de la cadena de producción y comercialización, y su comparación contra los requisitos establecidos en la normatividad correspondiente para evaluar su cumplimiento. Estas acciones se llevan a cabo mediante visitas de verificación a cargo del personal expresamente autorizado por la COPRISEH, que tienen como objetivo obtener información de las condiciones sanitarias del establecimiento, identificación de anomalías y deficiencias sanitarias, tomas de muestra (si aplica), liberación o aplicación de medidas de seguridad y realización de actividades de orientación, instrucción y educación de índole sanitaria. Los verificadores, para practicar las visitas, deberán estar provistos de la orden de verificación así como del acta de verificación, ésta, es el documento en el que se hace constar las circunstancias citadas anteriormente.

Para el ejercicio de sus facultades, la COPRISEH cuenta con una Delegación en cada Jurisdicción Sanitaria y tiene, entre otras, las siguientes atribuciones relacionadas al objeto del presente documento:

- Ejercer la protección contra riesgos sanitarios, regulación, control y fomento sanitario de establecimientos, productos y servicios, de conformidad con las disposiciones aplicables.
- Expedir, prorrogar o revocar las autorizaciones de las materias sanitarias de su competencia.
- Emitir los dictámenes sanitarios y expedir los ordenamientos que se requieran en las materias de su competencia.
- Imponer las sanciones y medidas de seguridad en el ámbito de su competencia, de conformidad con las disposiciones legales aplicables.
- Establecer las acciones no regulatorias y de fomento sanitario para el mejor cumplimiento de la normativa sanitaria.

- Coordinar la participación de los sectores público, social y privado para el desarrollo de las acciones no regulatorias y de fomento sanitario.
- Participar en coordinación con las unidades administrativas de la Secretaría de Salud, en la prevención y control de enfermedades, particularmente cuando éstas se relacionen con riesgos sanitarios derivados de productos, establecimientos y actividades que sean competencia de la COPRISEH.

1.11.1 Diagrama general del proceso en plantas purificadoras de agua locales.

De acuerdo a lo reportado en las visitas de verificación sanitaria realizadas en la Jurisdicción Sanitaria No. 2, el proceso de elaboración de agua purificada en plantas locales coincide de manera general, haciendo la observación de que sólo en cuatro de éstos establecimientos se incluye equipo de ósmosis inversa. Además, en ningún caso se utiliza agua caliente (40-45 °C) para la desinfección de tapón y/o garrafón (65-70 °C); en ningún caso se realiza inspección visual de producto terminado utilizando lámpara de luz blanca, tampoco se cuenta con llenadora automática y sólo en quince establecimientos llenan otra presentación (botella) además del garrafón. Así mismo, en todos los casos utilizan servicio externo para los análisis del agua ya que no cuentan con laboratorio propio. El proceso consta de las etapas que se señalan en la Figura 3.

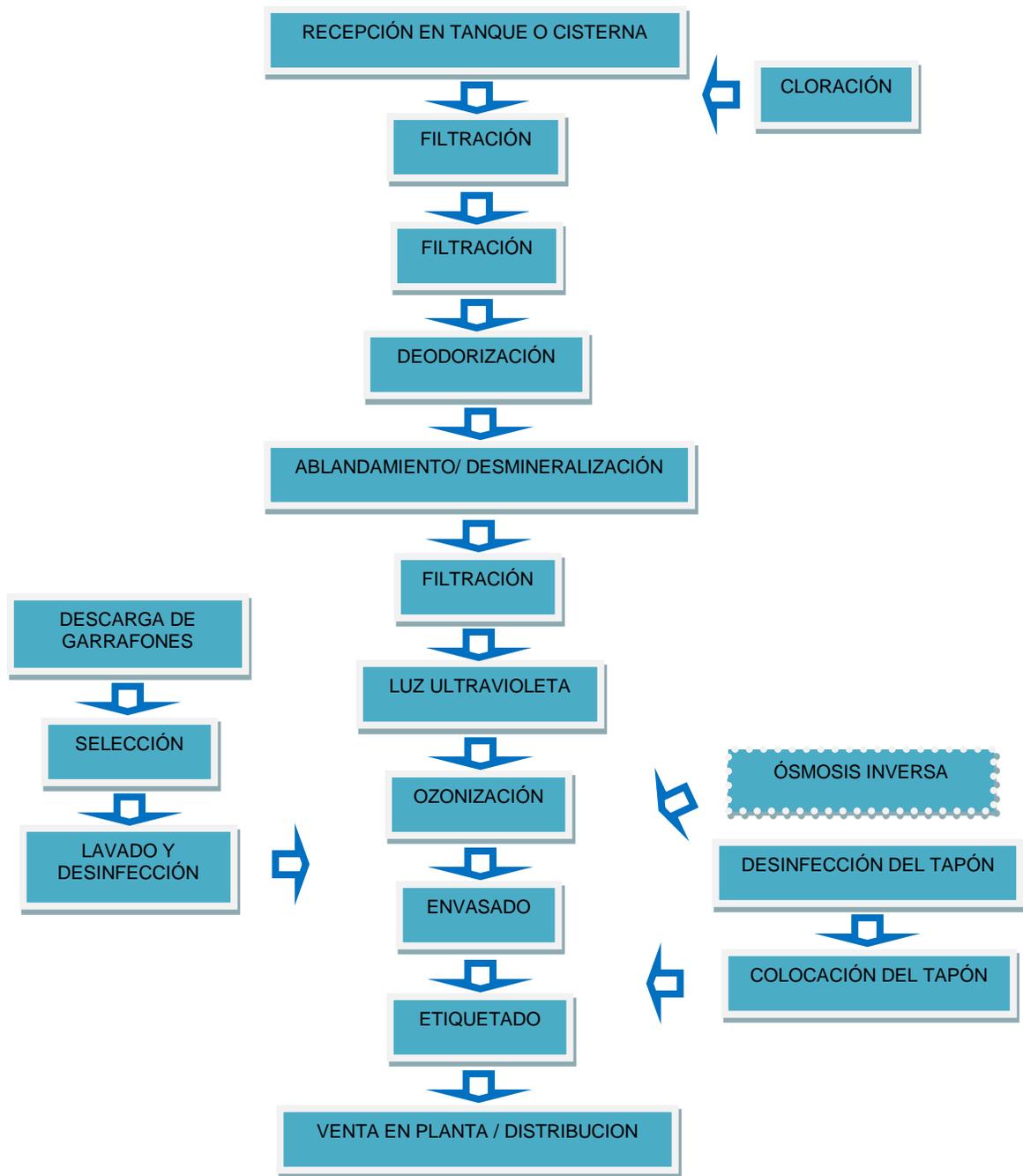


Figura 3. Diagrama general del proceso de elaboración de agua purificada envasada.

1.11.2 Medidas de seguridad aplicables.

La Ley General de Salud, en su Título Decimoctavo, Medidas de Seguridad Sanitaria; establece que se consideran medidas de seguridad a las disposiciones que dicte la Autoridad Sanitaria competente, de conformidad con los preceptos de la Ley General de Salud, y demás disposiciones aplicables, para proteger la salud de la población.

Las medidas de seguridad sanitaria de inmediata ejecución, relacionadas al proceso de elaboración de agua purificada envasada son las siguientes:

- La suspensión de trabajos o servicios.

Será temporal, podrá ser total o parcial y se aplicará por el tiempo estrictamente necesario para corregir las irregularidades que pongan en peligro la salud de las personas. Se ejecutarán las acciones necesarias que permitan asegurar la referida suspensión. Esta será levantada a instancias del interesado o por la propia autoridad que la ordenó, cuando cese la causa por la cual fue decretada. Durante la suspensión se podrá permitir el acceso de las personas que tengan encomendada la corrección de las irregularidades que la motivaron.

- El aseguramiento y destrucción de objetos, productos o sustancias.

Tendrá lugar cuando se presuma que éstos pueden ser nocivos para la salud de las personas o carezcan de los requisitos esenciales que se establezcan en la Ley General de Salud. La autoridad sanitaria competente podrá retenerlos o dejarlos en depósito hasta en tanto se determine, previo dictamen de laboratorio acreditado, cuál será su destino.

- La suspensión de mensajes publicitarios en materia de salud.

Procederá cuando éstos se difundan por cualquier medio de comunicación social contraviniendo lo dispuesto en la Ley General de Salud y demás ordenamientos aplicables o cuando la Secretaría de Salud determine que el contenido de los mensajes afecta o induce a actos que pueden afectar la salud pública.

- La prohibición de actos de uso.

Las autoridades sanitarias competentes podrán ordenar la prohibición de actos de uso cuando, de continuar aquéllos, se ponga en peligro la salud de las personas., y las demás de índole sanitaria que determinen las autoridades sanitarias competentes, que puedan evitar que se causen o continúen causando riesgos o daños a la salud.

Las autoridades sanitarias con base en los resultados de la visita o del informe de verificación, podrán dictar las medidas para corregir las irregularidades que se hubieren encontrado notificándolas al interesado y dándole un plazo adecuado para su realización. En los casos de suspensión de trabajos o de servicios, o de clausura temporal o definitiva, parcial o total, el personal comisionado para su ejecución procederá a levantar acta detallada de la diligencia, siguiendo para ello los lineamientos generales establecidos para las verificaciones.

La Ley General de Salud en su Título Decimoctavo, Sanciones Administrativas; establece que Las violaciones a los preceptos de esta Ley, sus reglamentos y demás disposiciones que emanen de ella, serán sancionadas administrativamente por las autoridades sanitarias, sin perjuicio de las penas que correspondan cuando sean constitutivas de delitos.

Las sanciones administrativas podrán ser:

- Amonestación con apercibimiento.
- Multa.
- Clausura temporal o definitiva, que podrá ser parcial o total, y
- Arresto hasta por treinta y seis horas.

1.11.3 Etiquetado del producto.

La Norma Oficial Mexicana NOM-201-SSA1-2002, Productos y servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel, especificaciones sanitarias; establece la información sanitaria que debe figurar en la etiqueta de los productos pre-

envasados, así como en los envases que pongan las empresas a disposición del consumidor, tal información debe sujetarse a lo siguiente:

1.- Generales.

La información contenida en las etiquetas debe presentarse y describirse en forma clara, veraz, ser comprobable y no debe inducir a error al consumidor.

Las etiquetas que ostenten los productos envasados deben fijarse de manera tal que permanezcan disponibles hasta el momento de su uso y consumo en condiciones normales, y deben aplicarse por cada unidad, envase múltiple o colectivo, con caracteres claros, visibles, indelebles y en colores contrastantes, fáciles de leer por el consumidor en circunstancias normales de compra y uso.

Los productos destinados a ser comercializados en el mercado nacional, deben ostentar una etiqueta con la información en idioma español, independientemente de que también pueda estar en otros idiomas, cuidando de que los caracteres sean al menos iguales en tamaño, igualmente ostensibles y colores idénticos o similares a aquellos en los que se presente la información en otros idiomas.

Cuando en las etiquetas se declaren u ostenten en forma escrita, gráfica o descriptiva que los productos están recomendados, respaldados o aceptados por centros de investigación, asociaciones, entre otros, los cuales deberán contar con reconocimientos nacional o internacional de su experiencia y estar calificados para dar opinión sobre la información declarada. Se deberá contar con el sustento técnico respectivo, el que estará a la disposición de la Secretaría de Salud en el momento que lo solicite. Dichas declaraciones deben sujetarse a lo siguiente:

La leyenda debe describir claramente la característica referida, estar precedida por el símbolo o nombre del organismo y figurar con caracteres claros y fácilmente legibles.

2.- Específicas.

En el caso de que el producto haya sido objeto de algún tipo de tratamiento, se puede indicar el nombre de éste.

- Lista de ingredientes.

En la etiqueta de los productos debe figurar la lista de ingredientes, la cual puede eximirse cuando se trate de productos de un solo ingrediente. La lista de ingredientes debe ir encabezada o precedida por el término “ingredientes”. En la lista de ingredientes debe emplearse el nombre específico de los mismos.

En el caso del anhídrido carbónico, éste debe reportarse con el nombre común o los sinónimos establecidos.

- Instrucciones para el uso, conservación o preparación.

En cada unidad deben aparecer las siguientes leyendas precautorias: “No se consuma si el sello o banda de garantía se encuentra roto, violado o deteriorado”, u otra equivalente. Se exceptúa de esta disposición a los productos que utilicen tapas inviolables.

- Información nutrimental.

La declaración nutrimental en la etiqueta es voluntaria, sólo es obligatoria cuando se realice la declaración de alguna propiedad nutrimental, habiéndolo hecho voluntariamente o en cumplimiento de otros ordenamientos legales.

Cuando se incluya la declaración nutrimental, es obligatorio declarar lo siguiente:

- a. Contenido energético;
- b. Las cantidades de proteínas, carbohidratos disponibles (hidratos de carbono), y las grasas (lípidos);
- c. La cantidad de sodio.

No se podrán declarar los nutrimentos que de manera natural provea el producto, a excepción de los mencionados en los incisos a, b y c.

En las bebidas que ostenten la leyenda “bajas en sales” se debe establecer en la etiqueta qué minerales son los que se encuentran en bajas concentraciones y cuáles son los valores de referencia.

La declaración nutrimental debe hacerse en las unidades métricas que correspondan y en orden descendente conforme al aporte de nutrimentos del producto. La declaración debe hacerse por 100 gramos o por envase, si éste contiene sólo una porción.

La declaración sobre el contenido energético, debe expresarse en kJ, de manera adicional, podrá declararse en kcal. La declaración sobre la cantidad de proteínas, carbohidratos (hidratos de carbono) y grasas (lípidos), debe expresarse en g. La declaración sobre sodio debe expresarse en mg.

Cuando la declaración numérica sobre vitaminas, minerales y electrolitos se haga en porcentaje de la ingestión diaria recomendada (IDR), debe emplearse únicamente la tabla de recomendaciones ponderadas establecida en el Apéndice normativo B de la NOM-086-SSA1-1994, señalada en el apartado de referencias.

Los valores de composición bromatológica que figuren en la declaración de nutrimentos del producto, deben ser valores medios ponderados derivados de análisis, bases de datos o tablas reconocidas internacionalmente.

3.- Información complementaria.

- A la denominación.

Los productos objeto de esta Norma, deben ostentar junto a la denominación, con el mismo tipo y tamaño de letra la siguiente información:

La modificación nutrimental que lo caracterice, de conformidad con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994. Bienes y servicios. Alimentos y

bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales.

En el caso de que el producto haya sido objeto de algún tipo de tratamiento, se puede indicar el nombre de éste.

Puede indicarse el nombre de uso común, o bien, emplearse una descripción de acuerdo con las características básicas de la composición y naturaleza del alimento o bebida no alcohólica.

- Lote.

En el caso de los productos envasados, cada unidad debe llevar grabada o marcada de cualquier modo la identificación del lote al que pertenece, la cual debe permitir la rastreabilidad del producto, estar relacionado con la fecha de elaboración y colocarse en cualquier parte del envase. La identificación del lote que incorpore el fabricante en el producto debe marcarse de forma indeleble y permanente, no debe ser alterado u ocultarse en forma alguna hasta que sea adquirido por el consumidor.

Cuando se identifique con el formato de fecha, debe anteponerse la palabra “Lote”. La clave del lote debe ser precedida por cualquiera de las siguientes indicaciones: “LOTE”, “Lot”, “L”, “Lote”, “lote”, “lot”, “l”, “lt”, “LT”, “LOT”, o bien incluir una referencia al lugar donde aparece.

- Nombre, denominación o razón social y domicilio fiscal.

Debe indicarse en la etiqueta el nombre, denominación o razón social y domicilio fiscal del responsable del producto: calle, número, código postal y entidad federativa en que se encuentre.

- País de origen.

Debe incorporar la leyenda que identifique el país de origen del producto, por ejemplo: “Hecho en...”, “Producto de...”, “Fabricado en...”, u otras análogas, seguida del país de origen del producto.

- Contenido neto.

Debe declararse el contenido neto y cuando aplique, la masa drenada en unidades del Sistema General de Unidades de Medida de conformidad a lo que establece la NOM-030-SCFI-2006, independientemente de que también pueda expresarse en otras unidades.

- Declaración de propiedades sin significado.

No se permite lo siguiente:

Declaraciones de propiedades sobre la utilidad de un producto para prevenir, tratar o curar una enfermedad, trastorno o estado fisiológico.

Declaraciones de propiedades que pueden suscitar dudas sobre la inocuidad de los productos similares o causar, infundir, propiciar o explotar el miedo al consumidor y utilizarlo con fines comerciales.

Declaraciones que indiquen que el producto ha adquirido un valor nutrimental especial o superior gracias a la adición de nutrimentos.

- Especificaciones para productos a granel, envases múltiples o colectivos.

Cuando los productos objeto de este ordenamiento se encuentren en un envase múltiple o colectivo para su venta al consumidor, éste debe contar con la información que se refiere la Norma Oficial Mexicana citada anteriormente, en tanto que los envases individuales deben ostentar en sus etiquetas la misma información o sólo la indicación de lote y la leyenda “No etiquetado para su venta individual”.

Cuando el envase esté cubierto por una envoltura, debe figurar en ésta toda la información necesaria, excepto en los casos en que la etiqueta aplicada al envase pueda leerse fácilmente a través de la envoltura exterior.

Algunas especificaciones relacionadas se encuentran en la NOM-051-SCFI/SSA1-2010. Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados; la cual tiene por objeto establecer la información comercial

y sanitaria que debe contener el etiquetado de los alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados de fabricación nacional o extranjera, así como determinar las características de dicha información.

1.11.4 Bitácoras de las diferentes etapas del proceso y de las buenas prácticas de fabricación en plantas purificadoras de agua.

El registro de las operaciones de una planta es parte de las funciones del operador y constituye una herramienta de gran utilidad para los siguientes objetivos:

- Cumplir los requisitos legales.
- Resolver problemas del tratamiento del agua.
- Evaluar cambios de la calidad del agua cruda.
- Demostrar la calidad del agua tratada.
- Proporcionar soporte para responder quejas y reclamos de los consumidores.
- Establecer los programas de mantenimiento preventivo.
- Evaluar los costos de tratamiento.
- Proveer parámetros de diseño de futuras plantas de purificación.
- Determinar la eficiencia de los diferentes procesos y operaciones de tratamiento.
- Formular y establecer programas y requerimientos de optimización de la operación (Romero, 2006).

1.11.5 Información mínima de las bitácoras o registros.

La Norma Oficial Mexicana NOM-201-SSA1-2002, productos y servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel. Especificaciones sanitarias; establece que el proceso de los productos objeto de esta Norma debe documentarse en bitácoras o registros, incluyendo los que se elaboren por medios electrónicos; los cuales deben:

- Contener información de las diferentes etapas del proceso y de las buenas prácticas de fabricación.

- Contar con respaldos que aseguren la veracidad de la información y un procedimiento para la prevención de acceso y correcciones no controladas.
- Conservarse por lo menos durante 1 año y estar a disposición de la autoridad sanitaria cuando así lo requiera.
- El diseño del formato queda bajo la responsabilidad del particular.

La información de las diferentes etapas del proceso, así como de las buenas prácticas de fabricación se indica a continuación, en los cuadros 14 y 15.

Cuadro 14. Información mínima de las bitácoras o registros en plantas purificadoras de agua (1).

BITACORA DE	INFORMACION
ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO TERMINADO.	<ul style="list-style-type: none"> • PRIMERAS ENTRADAS-PRIMERAS SALIDAS (EN SU CASO). • RESPONSABLE. • FECHA DE MONITOREO.
ANÁLISIS DE PARÁMETROS SANITARIOS DE LA MATERIA PRIMA.	<ul style="list-style-type: none"> • FECHA. • RESPONSABLE DEL ANÁLISIS. • RESULTADOS (COLOR Y TURBIEDAD, MICROBIOLÓGICOS, FISCOQUÍMICOS, METALES PESADOS, CONTAMINANTES).
ANÁLISIS DE PARÁMETROS SANITARIOS DEL PRODUCTO TERMINADO.	<ul style="list-style-type: none"> • FECHA. • RESPONSABLE DEL ANÁLISIS. • RESULTADOS (COLOR Y TURBIEDAD, MICROBIOLÓGICOS, FISCOQUÍMICOS, METALES PESADOS, CONTAMINANTES Y SUBPRODUCTOS DESINFECCIÓN DEL AGUA EN SU CASO). • LOTE (PARA PRODUCTOS ENVASADOS).
CONTROL DE FAUNA NOCIVA	<p>A) POR CONTRATACIÓN:</p> <ul style="list-style-type: none"> • FECHA. • COMPROBANTE DE FUMIGACIÓN PROPORCIONADO POR LA EMPRESA RESPONSABLE. • NÚMERO DE LICENCIA DE LA EMPRESA QUE APLICA EXPEDIDA POR LA AUTORIDAD CORRESPONDIENTE. • TÉCNICAS Y SUSTANCIAS UTILIZADAS Y CONCENTRACIONES. • RESPONSABLE. <p>B) AUTOAPLICACIÓN:</p> <ul style="list-style-type: none"> • FECHA. • APROBACIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO EXPEDIDA POR LA AUTORIDAD CORRESPONDIENTE. • SUSTANCIAS UTILIZADAS Y CONCENTRACIONES. • RESPONSABLE.

Cuadro 15. Información mínima de las bitácoras o registros en plantas purificadoras de agua (2).

BITACORA DE	INFORMACION
LAVADO Y ENJUAGADO DE ENVASES, EN SU CASO.	<ul style="list-style-type: none"> • SUSTANCIAS USADAS. • CONCENTRACIONES. • TIEMPO DE CONTACTO. • TEMPERATURAS (EN SU CASO).
LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DEL EQUIPO, UTENSILIOS E INSTALACIONES.	<ul style="list-style-type: none"> • PROCEDIMIENTO. • FECHA. • SUSTANCIAS USADAS. • DOSIFICACIÓN. • TIEMPOS DE CONTACTO. • RESPONSABLE.
PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> • CONTAR CON DIAGRAMAS DE BLOQUE EN LOS QUE SE DESCRIBA DE MANERA SINTÉTICA EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PRODUCTO. • MANTENIMIENTO DEL EQUIPO DE DESINFECCIÓN: • OPERACIÓN REALIZADA. • FECHA. • TÉCNICAS O SUSTANCIAS USADAS. • DOSIFICACIÓN Y TIEMPO DE CONTACTO (EN SU CASO). • RESPONSABLE. • HOJA TÉCNICA O ESPECIFICACIONES DEL PROVEEDOR O FABRICANTE DE LOS EQUIPOS DE FILTRACIÓN Y DESINFECCIÓN. • TRATAMIENTO DEL AGUA. • TIPO DE TRATAMIENTO. • SUSTANCIAS (EN SU CASO). • DOSIFICACIÓN. • HORAS ACUMULADAS DE OPERACIÓN DE LA LÁMPARA ULTRA VIOLETA (EN SU CASO). • FECHA. • RESPONSABLE.

La bitácora de registro de monitoreo de cloro libre residual debe indicar la fecha en la que se toma la muestra de agua que será utilizada para el proceso, como se muestra en la Figura 4; para la determinación *in situ* de cloro residual libre se utiliza por lo general un comparador colorimétrico. Siendo recomendable tomar más de una muestra por día. El agua para el proceso se ajustará preferentemente a 1,5 ppm de cloro residual libre (NOM-127-SSA1-1994. Agua para uso y consumo humano).

FECHA	1ª LECTURA (PPM)	CLORO AGREGADO* (mL)	2ª LECTURA (PPM)	REALIZO (FIRMA)	OBSERVACIONES

* Se especificará la concentración del producto utilizado (cloro comercial, hipoclorito de sodio)

Figura 4. Ejemplo de bitácora de monitoreo de cloro libre residual.

El procedimiento recomendado para tal determinación es el siguiente:

- Enjuagar las celdas del comparador antes de tomar la muestra, cuando menos dos veces con el agua que se va a muestrear.
- Llenar la celda del comparador hasta la línea marcada, con el agua de la muestra.
- Colocar el reactivo (pastilla DPD) en la celda, sin tocar la pastilla con los dedos.
- Colocar la tapa en la celda, agitar suavemente.
- Esperar el tiempo necesario para que se disuelva completamente el reactivo.
- Identificar el color que adquiere la muestra, con la tabla de colores.

- De existir duda sobre el resultado obtenido (color indefinido, resultado negativo o valores muy elevados), repetir la determinación.
- Anotar el valor que corresponda.

1.11.6 Trámites de la empresa ante la COPRISEH.

La Ley General de Salud, en su Título Décimo Segundo: Control Sanitario de Productos y Servicios; establece que deberán dar aviso de funcionamiento los establecimientos que no requieran de autorización sanitaria y que, mediante acuerdo, determine la Secretaría de Salud.

El aviso de funcionamiento deberá presentarse por escrito a la Secretaría de Salud o a los gobiernos de las entidades federativas, dentro de los diez días posteriores al inicio de operaciones y contendrá los siguientes datos:

- Nombre y domicilio de la persona física o moral propietaria del establecimiento.
- Domicilio del establecimiento donde se realiza el proceso y fecha de inicio de operaciones.
- Procesos utilizados y línea o líneas de productos.
- Declaración, bajo protesta de decir verdad, de que se cumplen los requisitos y las disposiciones aplicables al establecimiento.
- Clave de la actividad del establecimiento.

Todo cambio de propietario de un establecimiento, de razón social o denominación, de domicilio, cesión de derechos de productos, la fabricación de nuevas líneas de productos o, en su caso, la suspensión de actividades, trabajos o servicios, deberá ser comunicado a la autoridad sanitaria competente en un plazo no mayor de treinta días hábiles a partir de la fecha en que se hubiese realizado, sujetándose al cumplimiento de las disposiciones que al efecto se emitan.

En el caso de establecimientos ubicados en los municipios de Cuautepec de Hinojosa, Santiago Tulantepec, Singuilucan y Tulancingo de Bravo, podrán hacer el trámite en la Delegación de la COPRISEH ubicada en la Jurisdicción Sanitaria No. 2, ubicada en la Calzada 5 de mayo #118 Col. Centro en Tulancingo, Hgo; el propietario del establecimiento presentará original y copia de los siguientes documentos:

- Credencial de elector.
- Registro Federal de Causantes.
- Comprobante de domicilio del establecimiento.
- En caso de nombrar a persona autorizada para trámites del establecimiento, su copia de credencial de elector.
- En caso de nombrar a representante legal de la empresa, dos copias de su credencial de elector y dos copias del acta notarial donde se le designe para actos administrativos.

También podrá realizar el trámite presentando los documentos en la delegación de la COPRISEH, en la Jurisdicción Sanitaria; consultando previamente la página electrónica www.cofepris.gob.mx. con el fin de llenar e imprimir en tres juegos el formato de aviso de funcionamiento (Anexo 1).

2.1 Procedimiento de una visita de verificación sanitaria.

La Ley General de Salud en su Título Decimoséptimo, Vigilancia Sanitaria; establece que las autoridades sanitarias podrán encomendar a sus verificadores, además de las visitas de verificación, actividades de orientación, educación y aplicación, en su caso, de las medidas de seguridad. Las verificaciones podrán ser ordinarias y extraordinarias. Las primeras se efectuarán en días y horas hábiles y las segundas en cualquier tiempo. Para los efectos de esta Ley, tratándose de establecimientos industriales, comerciales o de servicios, se considerarán horas hábiles las de su funcionamiento habitual. La verificación sanitaria es el acto de autoridad por medio del cual se realiza la vigilancia sanitaria con el propósito de supervisar el cumplimiento de las disposiciones legales.

Los verificadores, para practicar visitas, deberán estar provistos de órdenes escritas, con firma autógrafa expedidas por las autoridades sanitarias competentes, en las que se deberá precisar el lugar o zona que ha de verificarse, el objeto de la visita, el alcance que debe tener y las disposiciones legales que la fundamenten.

Los verificadores en el ejercicio de sus funciones tendrán libre acceso a los edificios, establecimientos comerciales, industriales, de servicio y, en general a todos los lugares a que hace referencia la Ley General de Salud. Los propietarios responsables, encargados u ocupantes de establecimientos o conductores de los transportes objeto de verificación, estarán obligados a permitir el acceso y a dar facilidades e informes a los verificadores para el desarrollo de su labor.

En la diligencia de verificación sanitaria se deberán observar las siguientes reglas:

- Al iniciar la visita el verificador deberá exhibir la credencial vigente, expedida por la Autoridad sanitaria competente, que lo acredite legalmente para desempeñar dicha función, así como la orden expresa, de la que deberá dejar copia al propietario, responsable, encargado u ocupante del establecimiento. Esta circunstancia se deberá anotar en el acta correspondiente.
- Al inicio de la visita, se deberá requerir al propietario, responsable, encargado u ocupante del establecimiento, o conductor del transporte, que proponga a dos testigos que deberán permanecer durante el desarrollo de la visita. Ante la negativa o ausencia del visitado, los designará la autoridad que practique la verificación. Estas circunstancias, el nombre, domicilio y firma de los testigos, se hará constar en el acta.
- En el acta que se levante con motivo de la verificación, se harán constar las circunstancias de la diligencia, las deficiencias o anomalías sanitarias observadas, el número y tipo de muestras tomadas o en su caso las medidas de seguridad que se ejecuten.

Al concluir la verificación, se dará oportunidad al propietario, responsable, encargado u ocupante del establecimiento o conductor del transporte, de manifestar lo que a su derecho convenga, asentando su dicho en el acta respectiva y recabando su firma en el propio documento, del que se le entregará una copia. La negativa a firmar el acta o a recibir copia de la misma o de la orden de visita, se deberá hacer constar en el referido documento y no afectará su validez, ni la de la diligencia practicada.

2.2 Aspectos a evaluar en una visita de verificación sanitaria.

En las visitas de verificación sanitaria realizadas por la COPRISEH a plantas purificadoras de agua se constatará físicamente los siguientes aspectos:

a) Infraestructura.

Que las instalaciones del establecimiento, incluidos techos, puertas, paredes, pisos, baños, cisternas, tinacos u otros depósitos de agua; y mobiliario se encuentren en buenas condiciones de mantenimiento y limpios.

Las puertas y ventanas de las áreas de producción o elaboración estén provistas de protección para evitar la entrada de lluvia y fauna nociva.

El equipo, utensilios y materiales que se empleen en la producción o elaboración, no sean dañinos, sean resistentes a la corrosión y estén instalados en forma tal que el espacio entre éstos, la pared, el techo y el piso permita su limpieza y desinfección.

b) Servicios.

Que cuente con abastecimiento de agua potable, instalaciones apropiadas para su almacenamiento y distribución, que el agua no potable que se utilice para servicios y otros propósitos, se transporte por tuberías completamente separadas e identificadas de las tuberías que conducen agua potable.

En el área de proceso exista una estación de lavado de manos provista de agua potable, jabón líquido o detergente, cepillo para el lavado de uñas, toallas de papel o dispositivos de secado con aire caliente, bote para la basura con tapa.

El drenaje cuente con trampa contra olores, coladeras y/o canaletas con rejillas, libres de basura, sin estancamientos y en buen estado.

Los sanitarios cuenten con separación física completa, no tengan comunicación ni ventilación directa hacia el área de producción o elaboración y estén provistos con agua potable, retretes, lavabos, papel higiénico, jabón o detergente, toallas desechables o secador de aire de accionamiento automático y recipiente para la

basura con bolsa y tapa oscilante o accionada por pedal; además, que cuente con rótulos o ilustraciones que promuevan la higiene personal y el lavado de manos.

La ventilación evite el calor, condensación de vapor, acumulación de humo y polvo.

La iluminación permita llevar a cabo la realización de las operaciones de manera higiénica, y en las áreas donde los productos se encuentren sin envasar, los focos y lámparas estén protegidos o sean de material que impida su astillamiento.

c) Almacenamiento.

Que los agentes de limpieza, químicos y sustancias tóxicas, se encuentren almacenados en un área específica, separada y delimitada de las áreas de almacenamiento y manipulación de materias primas y/o producto.

Las materias primas y/o productos se coloquen en mesas, estibas, tarimas, anaqueles, entrepaños, estructura o cualquier superficie limpia y en condiciones que eviten su contaminación; además, que ostenten etiqueta en español y estén identificadas de tal manera que permita aplicar un sistema de Primeras Entradas Primeras Salidas.

Los envases y recipientes en contacto directo con la materia prima y productos, se almacenen protegidos del polvo, lluvia, fauna nociva y materia extraña.

d) Control de operaciones.

Que se evite la contaminación cruzada entre la materia prima, producto en elaboración y producto terminado. El área de llenado y/o suministro se encuentre aislada de las demás áreas y las boquillas de llenado sólo sean manipuladas para su limpieza, mantenimiento o muestreo. Cuente con un sistema que evite todo contacto entre el producto final y el agua en proceso en cualquier etapa previa.

Las conexiones de carga y descarga de agua permanezcan cerradas de manera que no existan fugas ni permita la manipulación de las mismas por personas ajenas al proceso o a la verificación.

El agua que se utilice como materia prima, así como la que esté en contacto con superficies y envases; sea potable. Además, se practique alguna medida o método que garantice su potabilidad.

El envase primario sea de material inocuo, se encuentre limpio, en buen estado y de ser el caso, desinfectado antes de su uso. Así mismo, los recipientes y envases vacíos que contuvieron medicamentos, plaguicidas, agentes de limpieza, agentes de desinfección o cualquier sustancia tóxica; no son reutilizados.

El equipo y utensilios se encuentren en buenas condiciones de funcionamiento, limpios y desinfectados; utilizando los agentes de limpieza y desinfección, de acuerdo a las instrucciones del fabricante o procedimientos internos, garantizando su efectividad.

Los residuos, basura, desechos o desperdicios generados durante la producción o elaboración sean retirados de las áreas cada vez que sea necesario o por lo menos una vez al día y se coloquen en recipientes identificados y con tapa.

e) Salud e higiene del personal.

Que el personal que trabaja en producción o elaboración no presente signos como: tos frecuente, secreción nasal, diarrea, vómito, fiebre, ictericia o heridas en áreas corporales que entren en contacto directo con las materias primas o productos; y se presente aseado al área de trabajo, con ropa y calzado limpios e íntegros y no exista evidencia de que coma, beba, fume, masque, escupa, tosa o estornude.

El personal del área de producción o elaboración, o que se encuentre en contacto directo con materias primas, envases primarios o productos, se lave las manos al inicio de las labores y cada vez que sea necesario de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. Se enjuague las manos con agua y aplique jabón o detergente.
2. Se frote vigorosamente la superficie de las manos y entre los dedos, para el lavado de las uñas utilice cepillo, y se lave hasta la altura de los codos cuando utilice uniforme de mangas cortas.

3. Se enjuague con agua limpia cuidando que no queden restos de jabón o detergente, posteriormente podrá utilizar solución desinfectante.
4. Se seque con toallas desechables o dispositivos de secado con aire caliente.

f) Control de plagas.

Que cuente con un sistema, programa o plan para el control y erradicación de plagas, el cual incluya los vehículos propios de acarreo y reparto.

Los drenajes cuenten con protección para evitar la entrada de plagas provenientes del alcantarillado o de áreas externas. Que no exista evidencia de fauna nociva en el área de proceso y que existan dispositivos tales como cebos o trampas, en buenas condiciones y localizados adecuadamente para el control de insectos y roedores.

El control de plagas esté orientado a proteger al producto sin que se ponga en riesgo la salud del consumidor; de manera preventiva, cuidando principalmente el orden y la limpieza en el establecimiento.

g) Revisión documental.

Que cuente con certificado del servicio de fumigación y con copia de la licencia sanitaria de la empresa que realice el servicio.

Constancia de capacitación del personal de las áreas de producción, respecto de buenas prácticas de higiene y manufactura; por lo menos una vez al año.

Registros del monitoreo de cloro residual libre y registros periódicos de análisis de organismos coliformes totales en los productos y del agua que entra en contacto directo con superficies y envases primarios.

Programas y registros o bitácoras de limpieza y desinfección de las instalaciones, equipos, utensilios y transportes.

h) Transporte.

Que los productos sean transportados en vehículos que se encuentren limpios, en buen estado de mantenimiento, y en condiciones que eviten la contaminación física, química, biológica y por plagas.

2.3 Toma de muestra de producto terminado.

La Ley General de Salud en su Título Decimoséptimo, Vigilancia Sanitaria; establece que la recolección de muestras se efectuará observando las formalidades y requisitos exigidos para las visitas de verificación, y que la toma de muestras podrá realizarse en cualquiera de las etapas del proceso, pero deberán tomarse del mismo lote, producción o recipiente, procediéndose a identificar las muestras en envases que puedan ser cerrados y sellados. Se obtendrán tres muestras del producto. Una de ellas se dejará en poder de la persona con quien se entienda la diligencia para su análisis particular; otra muestra quedará en poder de la misma persona a disposición de la autoridad sanitaria y tendrá el carácter de muestra testigo; la última será enviada por la autoridad sanitaria al laboratorio autorizado y habilitado por ésta, para su análisis oficial.

Así mismo, el resultado del análisis oficial se notificará al interesado o titular del establecimiento que se trate, en forma personal o por cualquier otro medio por el que se pueda comprobar fehacientemente la recepción de los mismos, dentro de los treinta días hábiles siguientes a la fecha de la toma de muestras. En caso de desacuerdo con el resultado que se haya notificado, el interesado lo podrá impugnar dentro de un plazo de quince días hábiles a partir de la notificación del análisis oficial. Transcurrido este plazo sin que se haya impugnado el resultado del análisis oficial, éste quedará firme y la autoridad sanitaria procederá según corresponda.

En el caso de los productos recogidos en procedimientos de muestreo o verificación, sólo los laboratorios autorizados o habilitados por la Secretaría de Salud para ese

efecto podrán determinar, por medio de los análisis practicados, si tales productos reúnen o no sus especificaciones.

La toma de muestras se refiere a una serie de actividades desarrolladas para seleccionar una determinada porción, número de recipientes, unidades de un mismo lote, materia prima o producto en proceso. Es importante considerar que las condiciones de la muestra al llegar al laboratorio deberán reflejar las condiciones existentes al momento del muestreo para poder garantizar resultados confiables y significativos. A continuación se describen los procedimientos adecuados de toma y envío de muestras de agua para análisis fisicoquímico, microbiológico y/o toxicológico.

A. Agua purificada envasada.

Este producto debe de transportarse en su envase original y preferentemente al abrigo de la luz. Los análisis que se le pueden realizar son fisicoquímicos, microbiológicos y metales pesados.

B. Agua para uso y consumo humano.

- a) En el caso de análisis microbiológico, los envases para tomar la muestra deben ser de polipropileno, botes estériles, inertes al agua, con tapones del mismo material que aseguren un cierre hermético y tiosulfato de Sodio. También se pueden utilizar bolsas estériles con tiosulfato de sodio, con cierre tipo zip-lock.

Para obtener muestras a partir de bomba de mano o grifo del sistema de distribución deben removerse los accesorios o aditamentos externos como mangueras, boquillas y filtros antes de tomar la muestra. Limpiar el orificio de salida con una torunda de algodón impregnada de solución de hipoclorito de sodio con una concentración de 100 mg/ml. Dejar correr el agua aproximadamente 3 minutos. Cerca del orificio de salida, quitar el tapón del frasco, mantenerlo hacia abajo y proceder a la toma de la muestra sin pérdida de tiempo, después de la toma, colocar el tapón al frasco.

Para obtener muestras en captación de agua superficial o tanques de almacenamiento el personal se deberá lavar manos y antebrazos con agua y jabón. Sumergir el frasco 15 a 30 cm; abrir y enderezar a continuación con el cuello hacia arriba, si existe corriente en el cuerpo de agua, la toma de muestra debe hacerse en contracorriente.

- b) En el caso de análisis fisicoquímico, los envases para tomar la muestra deben ser de polietileno o polipropileno con capacidad de dos litros y tapones de rosca del mismo material que proporcionen cierre hermético.

Para la obtención de la muestra en sistemas formales de distribución, se sugiere dejar correr el agua aproximadamente 3 minutos hasta asegurarse que la temperatura de la muestra sea estable antes de la toma o hasta asegurarse que el agua contenida en la línea haya sido renovada.

Para la obtención de muestras en sistemas formales de distribución, tomar un poco del agua que se va a analizar, cerrar el envase y agitar fuertemente para enjuagar, desechar esta agua. Realizar esta operación dos o tres veces, procediendo enseguida a la toma de la muestra.

Para obtener muestras en captación de agua superficial o tanques de almacenamiento el personal se deberá lavar manos y antebrazos con agua y jabón, previo a la toma de la muestra. Sumergir el frasco cerrado entre 15 y 30 cm; destaparlo y enderezar a continuación con el cuello hacia arriba, si existe corriente en el cuerpo de agua, la toma de muestra debe hacerse en contracorriente.

- c) En el caso de análisis toxicológicos (determinación de metales pesados), la toma de muestras se realizará de acuerdo a los lineamientos establecidos en la NOM-230-SSA1-2002, Procedimiento Sanitario para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento de agua público y privado.

Los envases para la toma de muestras, deben ser de polietileno o polipropileno de color blanco, inertes al agua, de dos litros de capacidad como mínimo y tapones de rosca del mismo material, que proporcionen cierre hermético. La etiqueta deberá colocarse entre la tapa y el cuerpo del frasco en forma tal que se evite que la muestra sea alterada o violada.

NOTA: El procedimiento de muestreo debe iniciarse con la toma de muestras para análisis microbiológico, cuando sea el caso (Laboratorio Estatal de Salud Pública de Hidalgo, 2014).

Por lo tanto, la toma de muestra en una visita de verificación de la COPRISEH se hará considerando aspectos tales como:

- Apegarse al objeto de la orden de verificación.
- De forma tripartita, con el objeto de contar con una parte para el análisis oficial, una segunda parte para el análisis particular, y la tercera como muestra testigo.
- Que refleje las condiciones normales del proceso.
- Ser representativa del lote de producto terminado.
- Identificarse con los datos del establecimiento, nombre y firma del verificado y dos testigos, descripción de la muestra, tipo de estudio solicitado, fecha y hora de la toma.
- Ser enviadas con la documentación necesaria, para su análisis dentro de las siguientes 24 horas después del muestreo.

La Norma Oficial Mexicana NOM-201-SSA1-2002, Productos y servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel, especificaciones sanitarias, establece algunos aspectos para la toma de muestras en plantas purificadoras de agua, por ejemplo:

- En caso de que la empresa ponga envases a disposición del consumidor, se tomarán las muestras de agua o hielo en envases de la compañía.

- Debe llenarse siempre el envase en el que se tome la muestra.
- Cuando la empresa no ofrezca el envase, las muestras para análisis microbiológico se tomarán en recipientes estériles.

Las muestras de agua tomadas las plantas de agua purificada de la región serán enviadas al Laboratorio Estatal de Salud Pública de Hidalgo (LESPH) el cual tiene la política de calidad de satisfacer las necesidades diagnósticas y de referencia de los usuarios de acuerdo al marco analítico establecido, cumpliendo con los requisitos legales, normativos, y los determinados por la organización; para ofrecer resultados con validez oficial en apoyo a la vigilancia sanitaria de la COPRISEH y al servicio de particulares mediante las siguientes pruebas, señaladas en los cuadros 16 y 17:

Cuadro 16. Catálogo de análisis microbiológicos realizados en el Laboratorio Estatal de Salud Pública de Hidalgo, y requisitos para la entrega de muestras.

PRODUCTO	DETERMINACIÓN A REALIZAR	REFERENCIA	MUESTRA		
			CANTIDAD MÍNIMA	TIEMPO MÁXIMO DE ENTREGA AL LESP	TEMPERATURA DE CONSERVACIÓN
AGUA PURIFICADA A ENVASADA.	COLIFORMES TOTALES.	NOM-201-SSA1-2002. BIENES Y SERVICIOS. AGUA Y HIELO PARA CONSUMO HUMANO, ENVASADO Y A GRANEL.	500 ML.	24 HRS.	AMBIENTE
AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO.	COLIFORMES TOTALES. COLIFORMES FECALES. <i>VIBRIO CHOLERAE</i> , <i>SPP</i> <i>E. COLI</i>	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.	1 LT.	6 HRS.	4 – 8 °C
HIELO PARA CONSUMO HUMANO, ENVASADO Y A GRANEL.	COLIFORMES TOTALES.	NOM-201-SSA1-2002. BIENES Y SERVICIOS. AGUA Y HIELO PARA CONSUMO HUMANO, ENVASADO Y A GRANEL.	500 GR. EMPAQUE ORIGINAL	24 HRS.	CONGELACIÓN

El tiempo de emisión del resultado será de 6 días hábiles en el caso de muestras de agua purificada envasada y muestras de hielo para consumo humano, envasado y a granel; y de 8 días hábiles para muestras de agua para uso y consumo humano.

Cuadro 17. Catálogo de análisis fisicoquímicos y toxicológicos realizados en el Laboratorio Estatal de Salud Pública de Hidalgo, y requisitos para la entrega de muestras.

PRODUCTO	PRUEBA	MUESTRA			TIEMPO DE EMISIÓN DE RESULTADO (DÍAS HÁBILES)
		CANTIDAD MÍNIMA	TIEMPO MÁXIMO DE ENTREGA AL LESPH	TEMPERATURA DE CONSERVACIÓN	
AGUA PURIFICADA ENVASADA.	COLORO LIBRE RESIDUAL, FLORUROS.	500 ML. ENVASE ORIGINAL	24 HRS.	4 – 8 °C	7
	PH, SÓLIDOS TOTALES, TURBIEDAD, CLORUROS, CLORO LIBRE RESIDUAL, COLOR, DUREZA, SAAM, FLUORUROS, CONDUCTIVIDAD.	2 L. ENVASE ORIGINAL	24 HRS.	4 -8 °C	7
AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO.	PH, SÓLIDOS TOTALES, TURBIEDAD, CLORUROS, CLORO LIBRE RESIDUAL, COLOR, DUREZA, SAAM, FLUORUROS, CONDUCTIVIDAD.	2 L.	24 HRS.	4 -8 °C	7
HIELO PARA CONSUMO HUMANO, ENVASADO Y GRANEL.	COLORO LIBRE RESIDUAL, FLUORUROS.	1 KG.	24 HRS.	CONGELACIÓN	7
AGUA DE USO Y CONSUMO HUMANO, AGUA PURIFICADA ENVASADA.	DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS (PLOMO, CROMO, ARSÉNICO, CADMIO MANGANESO Y COBRE)	2 L.	24 HRS.	4 – 8 °C	12
AGUA PURIFICADA.	ARSÉNICO	500 ML. ENVASE ORIGINAL	24 HRS.	TEMPERATURA AMBIENTE	12

El LESPHE establece las causas de rechazo al momento de recepción de muestras, que principalmente son:

- Cantidad insuficiente.
- Envases inadecuados.
- Muestras no identificadas.
- Extemporaneidad (tiempo de tránsito mayor a lo estipulado desde su obtención hasta la entrega en el laboratorio).
- Temperatura inadecuada.
- Recipientes rotos o derramados.
- Muestra inadecuada para el análisis solicitado.

Así mismo, el LESPHE establece los costos para las diferentes pruebas, mostrados en el cuadro 18.

Cuadro 18. Costos de las pruebas que realiza el Laboratorio Estatal de Salud Pública de Hidalgo, tabulador sujeto a cambios.

DESCRIPCIÓN	CUOTAS	
	NIVEL 5	NIVEL 6
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE AGUA PURIFICADA, HIELO O AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO		
PH	\$ 69.00	\$ 104.00
COLOR	\$ 89.00	\$ 134.00
COLOR LIBRE RESIDUAL	\$ 112.00	\$ 168.00
CONDUCTIVIDAD	\$ 89.00	\$ 134.00
DUREZA (COMO Ca CO ₃)	\$ 89.00	\$ 134.00
SÓLIDOS TOTALES	\$ 89.00	\$ 134.00
SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO, SAAM (EN AGUA)	\$ 184.00	\$ 276.00
FLÚOR COMO IÓN FLÚOR (EN AGUA)	\$ 870.00	\$ 1,305.00
CLORUROS	\$ 89.00	\$ 134.00
TURBIEDAD	\$ 89.00	\$ 134.00
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE AGUA Y ALIMENTOS		
MÉTODO PARA LA CUENTA DE BACTERIAS AEROBIAS EN PLACA	\$ 184.00	\$ 276.00
MÉTODO PARA DETERMINACIÓN DE BACTERIAS COLIFORMES POR LA TÉCNICA NMP	\$ 230.00	\$ 345.00
INVESTIGACIÓN DE STAPHYLOCOCCUS AUREUS	\$ 346.00	\$ 519.00
MÉTODO PARA DETERMINACIÓN DE BACTERIAS COLIFORMES TOTALES EN PLACA	\$ 184.00	\$ 276.00
ORGANISMOS COLIFORMES FECALES POR LA TÉCNICA DEL NMP	\$ 92.00	\$ 138.00
INVESTIGACIÓN DE ESCHERICHIA COLI	\$ 346.00	\$ 519.00
INVESTIGACIÓN DE VIBRIO CHOLERAEE EN AGUA	\$ 390.00	\$ 416.00
DETERMINACIÓN DE METALES EN AGUA DE USO Y CONSUMO HUMANO		
DETERMINACIÓN DE As POR TÉCNICA DE GENERADOR DE HIDRUROS		\$ 631.00
DETERMINACIÓN DE As POR TÉCNICA DE HORNO POR GRAFITO		\$ 219.00
DETERMINACIÓN DE Pb, Cr, Cd, POR TÉCNICA DE HORNO POR GRAFITO		\$ 219.00
DETERMINACIÓN DE Cu, Mn, POR TÉCNICA FLAMA		\$ 447.00

El LESP se ubica en el Blvd. Luis Donaldo Colosio s/n, Col. Parque de Poblamiento; C.P. 42088 en la ciudad de Pachuca, Hidalgo, como se observa en la Figura 5. Con horario de atención y orientación a usuarios de 8:00 a 15.30 horas, de lunes a viernes, y para recepción de muestras de 8:00 a 14:00 horas, de lunes a viernes. Cuenta con los teléfonos 01(771)716 5817 y 01(771)717 0225 extensión 8171 y 8172, fax 01(771)716 5814, e mail lesph@live.com .

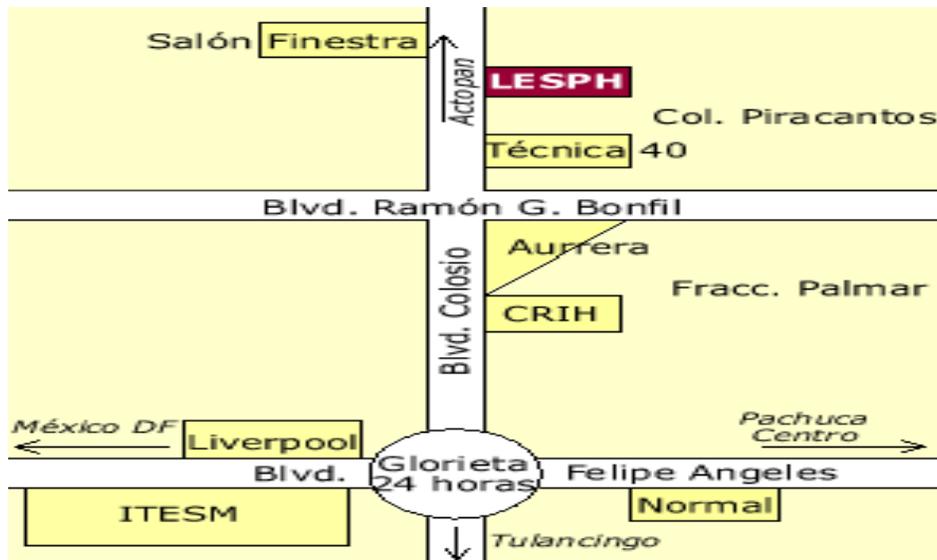


Figura 5. Croquis de localización del Laboratorio Estatal de Salud Pública de Hidalgo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados y discusión de visitas de verificación sanitaria realizadas por la COPRISEH durante el periodo comprendido del mes de Julio de 2007 al mes de Octubre de 2014.

Durante el periodo comprendido del mes de Julio de 2007 al mes de Octubre de 2014 se revisaron físicamente los expedientes de 65 de las 80 plantas purificadoras de agua existentes en el padrón de establecimientos de la COPRISEH, ubicadas en la jurisdicción Sanitaria No. 2; con el fin de obtener la información detallada de aspectos de interés para el presente trabajo, tomando en cuenta las tres últimas visitas realizadas a cada establecimiento; haciendo la observación de que en la mayoría de ellos se han realizado más de tres verificaciones, mientras que en otros sólo se ha realizado una o dos hasta la fecha límite del periodo considerado.

Se analizaron los datos de 156 visitas de verificación realizadas a 65 establecimientos, además de los resultados de 181 muestras de producto terminado para análisis microbiológico y fisicoquímico; llevadas a cabo por la COPRISEH.

3.2 Porcentaje general de cumplimiento.

Se consideró el porcentaje de cumplimiento de cada establecimiento en las tres últimas visitas de verificación realizadas por parte de la COPRISEH, tomando el criterio de eliminar la calificación de 100% en caso de existir, debido a que en esos casos tal cumplimiento sólo fue temporal y generalmente motivado por el interés de la liberación de alguna medida de seguridad aplicada; lo cual no refleja las condiciones reales de operación de los establecimientos. Lo anterior se observa en la variación del cumplimiento ya que en 25 de los 65 establecimientos revisados, lo que representa el 38 % de ellos; el porcentaje de cumplimiento disminuye de una visita a la siguiente realizada. Posteriormente se promedió las tres calificaciones mencionadas, para obtener un porcentaje final. En la Figura 6 la tercera verificación se refiere a la más recientemente efectuada.

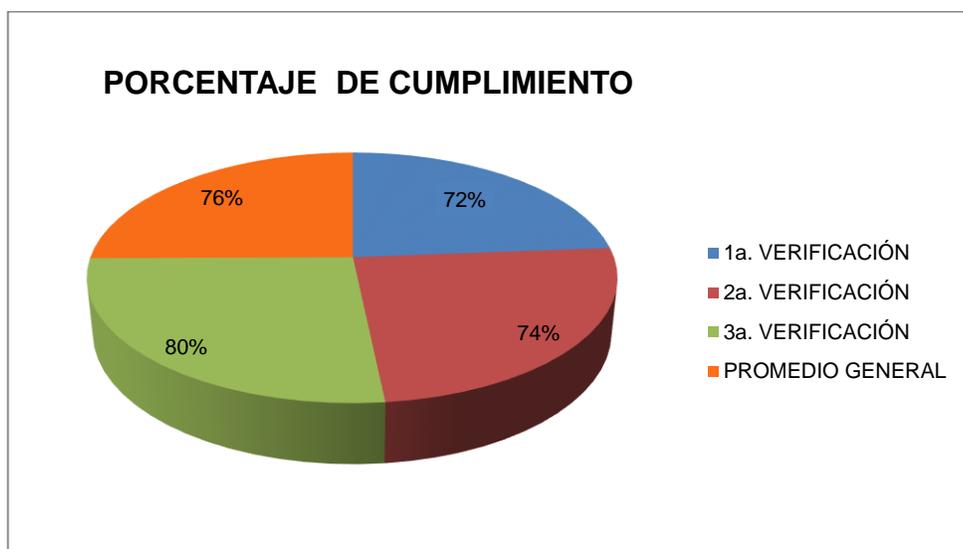


Figura 6. Porcentaje general de cumplimiento de los requisitos sanitarios en las purificadoras de agua ubicadas en la Jurisdicción Sanitaria No. 2.

3.3 Clasificación por rango de cumplimiento.

Se analizaron los datos del resultado de cada una de las 156 visitas de verificación realizadas formando los siguientes rangos de cumplimiento de los establecimientos, identificando que 44 verificaciones, o sea el 28 % de las verificaciones efectuadas resultaron en el rango de 70–80 %; como se muestra en la figura 7.

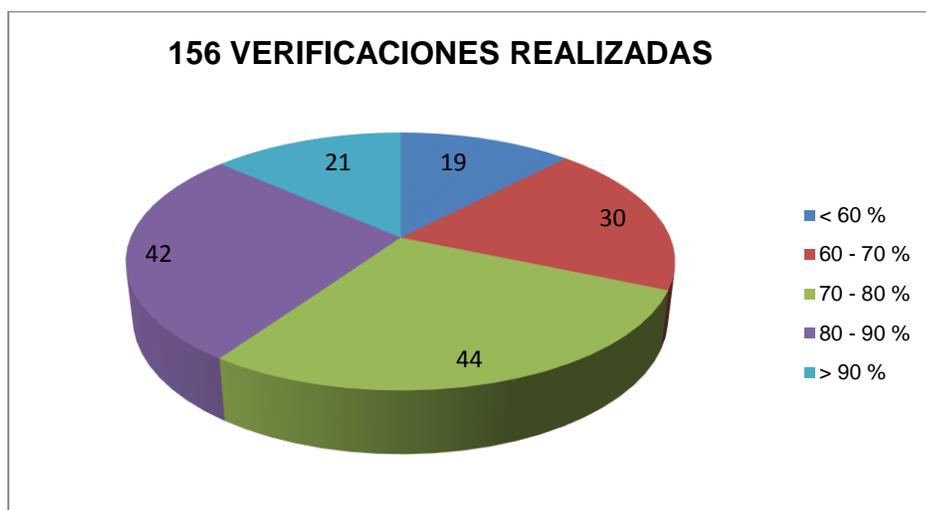


Figura 7. Clasificación por rango de cumplimiento de los requisitos sanitarios en las purificadoras de agua ubicadas en la Jurisdicción Sanitaria No. 2.

3.4 Aspectos de incumplimiento más frecuente.

Se identificó los aspectos de incumplimiento más frecuente en los establecimientos referidos analizando los datos obtenidos. Tomando en cuenta que el acta de verificación que se utiliza ha sido modificada en varias ocasiones, se establecieron seis rubros específicos que están incluidos en los diversos requisitos que se evalúan durante una verificación de las condiciones higiénico – sanitarias. En la Figura 8, el porcentaje de incumplimiento se refiere a la frecuencia con la que se presenta cada aspecto en los 65 establecimientos revisados.

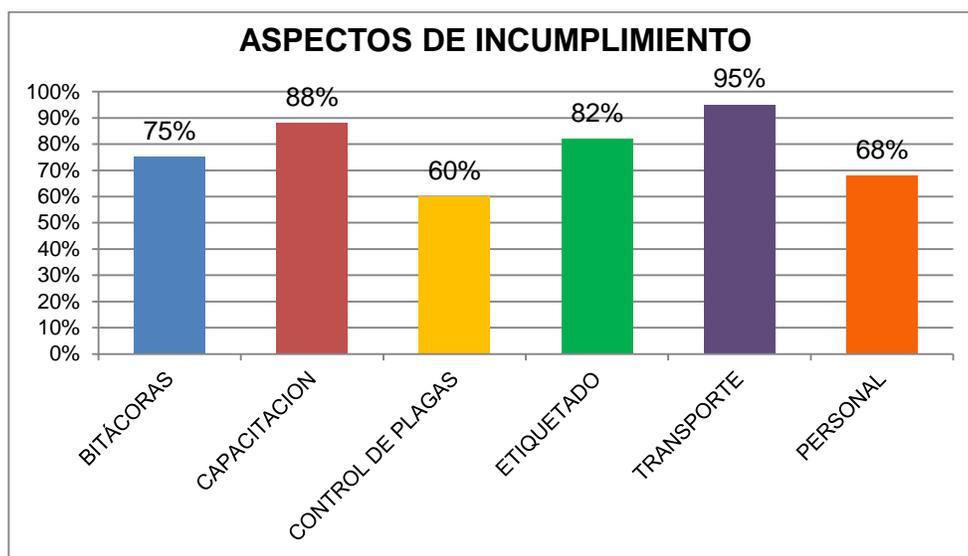


Figura 8. Aspectos de incumplimiento más frecuente en las purificadoras de agua ubicadas en la Jurisdicción Sanitaria No. 2.

3.5 Resultados de muestras de producto terminado para análisis microbiológico.

Se conoció la cantidad de muestras de agua purificada tomadas durante las visitas de verificación llevadas a cabo por la COPRISEH para análisis microbiológicos (coliformes totales), como se muestra en la Figura 9; y fisicoquímicos (cloro libre residual y fluoruros), lo que se observa en la Figura 10; y la proporción de resultados

dentro y fuera de norma de dichas muestras. No se refieren los datos de muestras tomadas para análisis de metales pesados debido a que no se realizan con la misma periodicidad y cantidad que las anteriormente citadas.



Figura 9. Resultados de muestras de producto terminado tomadas por la COPRISEH para análisis microbiológico.

3.6 Resultados de muestras de producto terminado para análisis fisicoquímico.



Figura 10. Resultados de muestras de producto terminado tomadas por la COPRISEH para análisis fisicoquímico.

3.7 Medidas de seguridad aplicadas.

Se determinó la cantidad y tipo de medidas de seguridad aplicadas, considerando que en algunos establecimientos se ha aplicado más de una vez alguna medida de seguridad, motivada por reincidir en el incumplimiento de los requisitos sanitarios. Las medidas aplicadas son la suspensión de actividades del establecimiento, así como el aseguramiento y destrucción de etiqueta y/o producto, según la Figura 11; las cuales se han aplicado en 42 de los 65 establecimientos lo que representa el 65% de las purificadoras de agua objeto de este estudio, encontrando que en 23 de ellas no se ha aplicado alguna medida de seguridad.

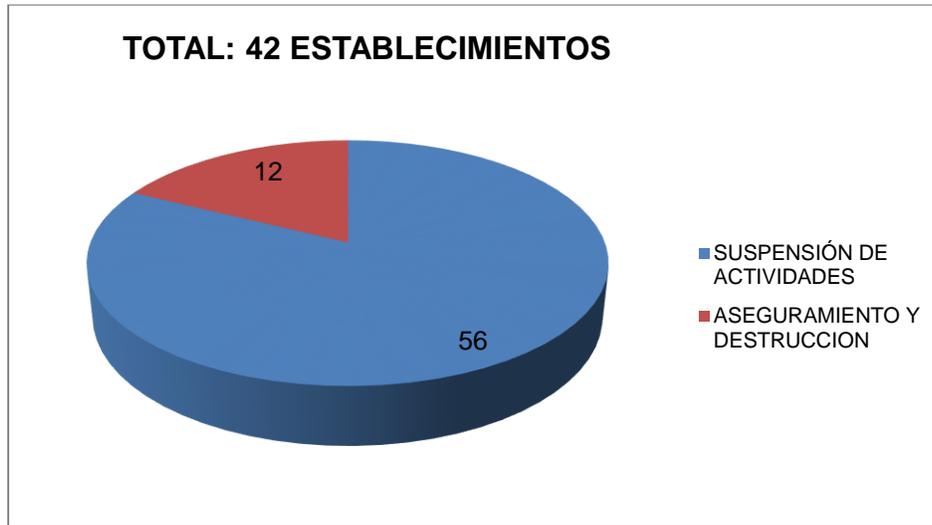


Figura 11. Medidas de seguridad aplicadas en las purificadoras de agua ubicadas en la Jurisdicción Sanitaria No. 2.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones.

- 1) Las condiciones generales de operación de las purificadoras de agua locales están determinadas por dos aspectos principales: el personal de operación y la infraestructura del establecimiento. La rotación frecuente y la falta de capacitación que contribuya a formar los hábitos del personal, inciden en el incumplimiento o cumplimiento temporal de los requisitos sanitarios; además, frecuentemente éste tipo de empresas se establecen en locales que no cumplen con las características necesarias para el proceso, lo que implica llevar a cabo modificaciones relacionadas a servicios tales como drenaje, agua o sanitarios; o acabados de piso, muros y techo, así como separación o delimitación de áreas para evitar la contaminación cruzada durante el proceso.

- 2) Los resultados fuera de norma de las muestras de producto terminado tomadas en los establecimientos en visitas de verificación sanitaria efectuadas por la COPRISEH reflejan un porcentaje significativo, lo cual significa un problema importante de control de calidad del producto terminado; tomando en cuenta además, que ninguna de las plantas purificadoras de agua locales cuenta con laboratorio para realizar análisis de cada lote de producto terminado y contratan un servicio externo de laboratorio sólo dos o tres veces al año, por lo que no se garantiza la inocuidad del producto expandido al consumidor.

- 3) El incumplimiento frecuente de algunos aspectos en las purificadoras de agua locales implica un riesgo a la salud del consumidor debido a las siguientes consideraciones: el tipo de vehículo utilizado por las empresas para el transporte de garrafones de agua purificada no proporciona las condiciones que eviten la exposición del producto envasado a la intemperie; la falta de información y de

capacitación sobre los requisitos sanitarios dificulta la estandarización del proceso y por lo tanto, afecta la calidad del producto terminado; si el producto no cuenta con etiqueta evita que el consumidor lo identifique y conozca información acerca del mismo, también se imposibilita la rastreabilidad del producto al no contar además con número de lote y fecha de elaboración; así mismo, si el personal no lleva a cabo buenas prácticas de higiene tales como el lavado correcto de manos, y buenas prácticas de manufactura tales como la limpieza y desinfección de envases, contribuye a la contaminación del producto durante el proceso.

4.2 Recomendaciones.

Implementar programas internos y/o buscar empresas o instituciones externas que proporcionen la capacitación necesaria al personal sobre buenas prácticas de higiene y buenas prácticas de manufactura, así como de aspectos técnicos; lo cual propicie una mejora en las condiciones generales de operación, estandarizando cada etapa del proceso de elaboración, que a su vez evite la aplicación de medidas de seguridad en la empresa; y sobre todo, consiga que el producto terminado sea inocuo y saludable para el consumidor.

Capítulo 5

BIBLIOGRAFÍA

Comisión Nacional del Agua. (2007). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Delimitación de zonas de protección de pozos para agua. México.

Comisión Nacional del Agua. (2007). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Desinfección para sistemas de agua potable y saneamiento.

Comisión Nacional del Agua. (2013). Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Valle de Tulancingo 1317, Estado de Hidalgo. México.

Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York. (2006). Manual de tratamiento de aguas. México. Editorial Limusa.

Dorothy & Ashurst. (1998). Tecnología del agua embotellada. España: Editorial Acribia S.A.

Gray, N.F. (1994). Calidad del agua potable. Problemas y soluciones. España. Editorial Acribia S.A.

Laboratorio Estatal de Salud Pública de Hidalgo. (2014). Catálogo de Servicios. México. Secretaría de Salud.

Ley General de Salud. 2007. México. Poder ejecutivo Federal.

Price, M. (2007). Agua subterránea. México: Editorial Limusa.

Romero Rojas, J. A. (2005). Calidad del agua. México: Editorial Alfaomega Grupo Editor.

Romero Rojas, J. A. (2006). Potabilización del agua. México: Editorial Alfaomega Grupo Editor.

Secretaría de Salud. (1996). Guía para el verificador de bienes y servicios. México. Secretaría de Salud.

Secretaría de Salud. (1994) 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. México. Secretaría de Salud.

Secretaría de Salud. (1994). Norma oficial Mexicana NOM-120-SSA1-1994. Bienes y servicios. Prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas. México. Secretaría de Salud.

Secretaría de Salud. (2002). Norma Oficial Mexicana NOM-201-SSA1-2002. Productos y servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel. Especificaciones sanitarias. México. Secretaría de Salud.

Secretaría de Salud. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010. Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados, información comercial y sanitaria. México. Secretaría de Salud.

Semarnat. (2000). Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000, Conservación del recurso agua. Especificaciones y método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Semarnat y Conagua. (2012). Estadísticas del agua en México. México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Semarnat y Conagua. (2012). Indicadores de la calidad del agua superficial. México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Solís Manjarrez, L. (2005). La escasez, el costo y el precio del agua en México. México. El Colegio Nacional.

Weber, W.J. (2003). Control de la calidad del agua. Procesos fisicoquímicos. España. Editorial Reverté S.A.

ANEXO 1

Formato para el trámite de aviso de funcionamiento del establecimiento.

				Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios			
Avisos							
No. DE INGRESO (USO EXCLUSIVO DE LA COFEPRIS)				NO. RUPA			
ANTES DE LLENAR ESTE FORMATO LEA CUIDADOSAMENTE EL INSTRUCTIVO, LA GUÍA Y EL LISTADO DE DOCUMENTOS ANEXOS. LLENAR CON LETRA DE MOLDE LEGIBLE O A MÁQUINA O COMPUTADORA							
1 AVISO DE:							
ACTUALIZACIÓN DE DATOS DE ESTABLECIMIENTO QUE CUENTA <input type="checkbox"/>		IMPORTACIÓN <input type="checkbox"/>		INFORME ANUAL <input type="checkbox"/>		PRÓRROGA DE PLAZO PARA AGOTAR EXISTENCIAS DE ANOMALIA O IRREGULARIDAD SANITARIA <input type="checkbox"/>	
RESPONSABLE SANITARIO DEL ESTABLECIMIENTO QUE OPERA CON LICENCIA SANITARIA <input type="checkbox"/>		EXPORTACIÓN <input type="checkbox"/>		MAQUILA <input type="checkbox"/>			
ALTA <input type="radio"/>		MODIFICACIÓN <input type="radio"/>		BAJA <input type="radio"/>		PREVISIONES <input type="checkbox"/>	
HOMOCLAVE DEL TRÁMITE:		NOMBRE DEL TRÁMITE:					
MODALIDAD DEL TRÁMITE:							
2 DATOS DEL PROPIETARIO:							
NOMBRE DEL PROPIETARIO (PERSONA FÍSICA) O RAZÓN SOCIAL (PERSONA MORAL)						R.F.C.	
						C.U.R.P. (DATO OPCIONAL)	
CALLE, NÚMERO EXTERIOR Y NÚMERO O LETRA INTERIOR			COLONIA		DELEGACIÓN O MUNICIPIO		
LOCALIDAD			CÓDIGO POSTAL		ENTIDAD FEDERATIVA		
ENTRE CALLE		Y CALLE		TELÉFONO (S)		FAX	
3 DATOS DEL ESTABLECIMIENTO:							
RAZÓN SOCIAL O DENOMINACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO						R.F.C.	
CALLE, NÚMERO EXTERIOR Y NÚMERO O LETRA INTERIOR						DELEGACIÓN O MUNICIPIO	
LOCALIDAD						ENTIDAD FEDERATIVA	
ENTRE CALLE		Y CALLE		TELÉFONO (S)		FAX	
No. DE LICENCIA SANITARIA O INDIQUE SI PRESENTÓ AVISO DE FUNCIONAMIENTO						R.F.C. DEL RESPONSABLE SANITARIO O DE OPERACIÓN	
CLAVE S.C.I.A.N.				DESCRIPCIÓN DEL S.C.I.A.N.			
HORARIO:		D L M M J V S DE		A		FECHA DE INICIO DE ACTIVIDADES	
		D L M M J V S DE		A		DÍA MES AÑO	
INDIQUE NOMBRE COMPLETO, C.U.R.P. Y CORREO ELECTRÓNICO							
REPRESENTANTE LEGAL (NOMBRE COMPLETO)				C.U.R.P.		(DATO OPCIONAL)	
PERSONA AUTORIZADA (NOMBRE COMPLETO)				C.U.R.P.		(DATO OPCIONAL)	
IMPORTANTE: UTILICE UN FORMATO POR CADA TIPO DE TRÁMITE							

4 DATOS DEL PRODUCTO:																																					
Para llenar los campos 1 y 2 de esta sección consulte la sección 4A del instructivo de llenado.		PRODUCTO													PRODUCTO																						
1) CLASIFICACIÓN DEL PRODUCTO O SERVICIO																																					
2) ESPECIFICAR																																					
3) DENOMINACIÓN ESPECÍFICA DEL PRODUCTO																																					
4) NOMBRE (MARCA COMERCIAL) O DENOMINACIÓN DISTINTIVA																																					
5) DENOMINACIÓN COMÚN INTERNACIONAL (DCI), DENOMINACIÓN GENÉRICA O NOMBRE CIENTÍFICO																																					
6) FORMA FARMACÉUTICA O ESTADO FÍSICO																																					
7) CANTIDAD O VOLUMEN TOTAL																																					
8) UNIDAD DE MEDIDA																																					
9) TIPO DE PRODUCTO																																					
10) USO ESPECÍFICO O PROCESO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13										
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26										
11) CONCENTRACIÓN DEL PRINCIPIO ACTIVO Y VALOR TOTAL EN DÓLARES																																					
12) FECHA A REALIZAR MOVIMIENTO EN CASO DE IMPORTACIÓN O EXPORTACIÓN O FECHA DEL ÚLTIMO BALANCE PARA AVISO DE PREVISIÓN DE COMPRA VENTA.																																					
13) No. de REGISTRO O AUTORIZACIÓN SANITARIA O CLAVE ALFANUMÉRICA																																					
14) FRACCIÓN ARANCELARIA																																					
15) PRESENTACIÓN FARMACÉUTICA O TIPO DE ENVASE																																					
16) CANTIDAD DE LOTES																																					
17) PRÓRROGA DE PLAZO PARA AGOTAR EXISTENCIAS																																					
18) PRESENTACIÓN DESTINADA A		EXPORTACION				G. I.				EXPORTACION				G. I.																							
		SECTOR SALUD				VENTA				SECTOR SALUD				VENTA																							
19) UNIDAD DE MEDIDA DE APLICACIÓN DE LA TIGIE (UMT)																																					
20) CANTIDAD DE UNIDAD DE MEDIDA DE APLICACIÓN DE LA TIGIE																																					
21) MODELO																																					
22) DESCRIPCIÓN O DENOMINACIÓN DEL PRODUCTO																																					
NOTA: PARA EL CASO DE MÁS DE DOS PRODUCTOS, REPRODUCIR ESTA HOJA, TANTAS VECES COMO SEA NECESARIO CONFORME A LO ESTABLECIDO POR TIPO DE TRÁMITE.																																					
5 ACTUALIZACIÓN DE DATOS:																																					
TIPO														DICE														DEBE DE DECIR									
REPRESENTANTE LEGAL <input type="checkbox"/>																																					
PERSONA AUTORIZADA <input type="checkbox"/>																																					
OTROS (DOMICILIO FISCAL, TELÉFONO, FAX, CORREO ELECTRÓNICO) <input type="checkbox"/>																																					
SUSPENSIÓN DE ACTIVIDADES														REINICIO DE ACTIVIDADES <input type="checkbox"/>														BAJA DEFINITIVA DEL ESTABLECIMIENTO <input type="checkbox"/>									
DE		DÍA			MES			AÑO			A		DÍA			MES			AÑO			FECHA		DÍA			MES			AÑO							
SI EL ESPACIO ES INSUFICIENTE PODRÁ AMPLIAR EL CAMPO NOTA: EL CAMBIO DE UBICACIÓN DE UN ESTABLECIMIENTO CON LICENCIA, REQUIERE LA SOLICITUD DE UNA NUEVA LICENCIA. (ARTÍCULO 373 DE LA LEY GENERAL DE SALUD)																																					

6 DATOS DEL RESPONSABLE SANITARIO:																
ALTA <input type="checkbox"/>				MODIFICACIÓN <input type="checkbox"/>				BAJA <input type="checkbox"/>								
NOMBRE COMPLETO							R.F.C.									
C.U.R.P.		(DATO OPCIONAL)		CORREO ELECTRÓNICO		HORARIO:		D	L	M	M	J	V	S	DE	A
								D	L	M	M	J	V	S	DE	A
CON TÍTULO PROFESIONAL DE:				TÍTULO PROFESIONAL EXPEDIDO POR:				No. DE CEDULA PROFESIONAL								
ESPECIALIDAD DE:				TÍTULO DE ESPECIALIDAD EXPEDIDO POR:				No. DE CÉDULA DE LA ESPECIALIDAD								
FIRMA DEL RESPONSABLE SANITARIO																
EN CASO DE MODIFICACIÓN DEL RESPONSABLE SANITARIO, INDIQUE EL NOMBRE DEL RESPONSABLE ANTERIOR Y EL R.F.C.																
NOMBRE COMPLETO DEL RESPONSABLE SANITARIO ANTERIOR							R.F.C.									
7 DATOS CON QUIEN EFECTÚA LA OPERACIÓN DE MAQUILA:																
NOMBRE O RAZÓN SOCIAL							R.F.C.									
CALLE, NÚMERO EXTERIOR Y NÚMERO O LETRA INTERIOR				COLONIA				DELEGACIÓN O MUNICIPIO								
LOCALIDAD				CÓDIGO POSTAL		ENTIDAD FEDERATIVA										
NOMBRE DEL RESPONSABLE SANITARIO							R.F.C.									
							C.U.R.P. (DATO OPCIONAL)									
No. DE LICENCIA SANITARIA O INDIQUE SI PRESENTÓ AVISO DE FUNCIONAMIENTO							TELÉFONO Y FAX				TIEMPO DE DURACIÓN DE LA MAQUILA					
PROCESO A MAQUILAR							MOTIVO DE LA MAQUILA									
8 DATOS CON QUIEN EFECTÚA LA OPERACIÓN DE IMPORTACIÓN O EXPORTACIÓN:																
NOMBRE DEL FABRICANTE							R.F.C. (a)									
CALLE, NÚMERO EXTERIOR Y NÚMERO O LETRA INTERIOR				COLONIA				DELEGACIÓN O MUNICIPIO								
LOCALIDAD (a)				CÓDIGO POSTAL (a)		ENTIDAD FEDERATIVA (a)										
NOMBRE DEL PROVEEDOR							R.F.C. (a)									
CALLE, NÚMERO EXTERIOR Y NÚMERO O LETRA INTERIOR				COLONIA				DELEGACIÓN O MUNICIPIO								
LOCALIDAD (a)				CÓDIGO POSTAL (a)		ENTIDAD FEDERATIVA (a)										
NOMBRE DEL FACTURADOR O CONSIGNATARIO (b)							R.F.C. (a)									
CALLE, NÚMERO EXTERIOR Y NÚMERO O LETRA INTERIOR				COLONIA				DELEGACIÓN O MUNICIPIO								
LOCALIDAD (a)				CÓDIGO POSTAL (a)		ENTIDAD FEDERATIVA (a)										
PAÍS DE ORIGEN				PAÍS DE PROCEDENCIA				PAÍS DE DESTINO								
1) ADUANA DE ENTRADA O SALIDA				2) ADUANA DE ENTRADA O SALIDA				3) ADUANA DE ENTRADA O SALIDA								
(a) SOLO CUANDO EL ESTABLECIMIENTO ESTE DOMICILIADO EN MEXICO																
(b) LOS DATOS DEL CONSIGNATARIO APLICA ÚNICAMENTE EN EL TRÁMITE DE IMPORTACIÓN O EXPORTACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS ESENCIALES																

9**INFORME ANUAL DE LA ACTIVIDAD REGULADA:**

	ESTABLECIMIENTO	ESTABLECIMIENTO
RAZÓN SOCIAL		
R.F.C.		
CALLE Y NÚMERO		
COLONIA		
DELEGACIÓN O MUNICIPIO		
CÓDIGO POSTAL		
LOCALIDAD		
ENTIDAD FEDERATIVA		
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD REGULADA		
FECHA EN QUE SE REALIZÓ LA ACTIVIDAD REGULADA		
SUSTANCIA		
CANTIDAD O VOLUMEN		
No. LICENCIA SANITARIA O INDIQUE SI PRESENTÓ AVISO DE FUNCIONAMIENTO		

NOTA: PARA EL CASO DE MAS DE DOS ESTABLECIMIENTOS, REPRODUCIR ESTA HOJA, TANTAS VECES COMO SEA NECESARIO.

DECLARO BAJO PROTESTA DECIR VERDAD QUE CUMPLO CON LOS REQUISITOS Y NORMATIVIDAD APLICABLE, SIN QUE ME EXIMAN DE QUE LA AUTORIDAD SANITARIA VERIFIQUE SU CUMPLIMIENTO, ESTO SIN PERJUICIO DE LAS SANCIONES EN QUE PUEDO INCURRIR POR FALSEDAD DE DECLARACIONES

LOS DATOS O ANEXOS PUEDEN CONTENER INFORMACIÓN CONFIDENCIAL ¿ESTÁ DE ACUERDO EN HACERLOS PÚBLICOS?

SI

NO

NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL PROPIETARIO O REPRESENTANTE LEGALO
RESPONSABLE SANITARIO

PARA CUALQUIER ACLARACIÓN, DUDA Y/O COMENTARIO CON RESPECTO A ESTE TRÁMITE, SÍRVASE LLAMAR AL CENTRO DE ATENCIÓN TELEFÓNICA DE LA COFEPRIS, EN EL D.F. DE CUALQUIER PARTE DEL PAÍS MARQUE SIN COSTO EL **01-800-033-5050** Y EN CASO DE REQUERIR EL NÚMERO DE INGRESO Y/O SEGUIMIENTO DE SU TRÁMITE ENVIADO AL ÁREA DE TRAMITACIÓN FORÁNEA MARQUE SIN COSTO AL **01-800-420-4224**.