

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISION DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE



DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL COMEDOR Y
DORMITORIO “PARAISO” DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO.

Por:

ANGEL DE JESUS CAAMAL DZIB

TESIS:

Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2009

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
DIVISION DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE**

TESIS:

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL COMEDOR Y
DORMITORIO "PARAISO" DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO.

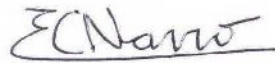
Realizado por:

ÁNGEL DE JESUS CAAMAL DZIB

Tesis:

Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador
Como Requisito Parcial Para Obtener el Título de:

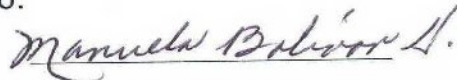
INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN



Dr. Efraín Castro Narro

Asesor Principal

Aprobado:



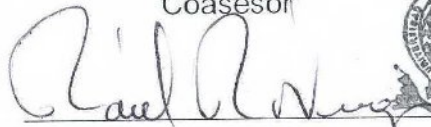
Dr. Manuela Bolívar Duarte

Coasesor



M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez

Coasesor



Dr. Raúl Rodríguez García

Coordinador de la División de Ingeniería



Coordinación de Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2009

AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, por darme salud y voluntad de terminar uno de mis tantos sueños.

A **mi Alma Terra Mater** (UAAAN) por darme la oportunidad de formar parte de su historia y hacerme sentir honrado de la distinción de Ingeniero Agrónomo en Irrigación. Por abrirme las puertas y brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente.

Al Dr. **Efraín Castro Narro**, por su disponibilidad y apoyo durante la realización de mi trabajo de tesis, gracias por su gran paciencia.

A la **Dra. Manuela Bolívar Duarte** por compartir conmigo sus conocimientos y su valioso tiempo para realizar éste trabajo.

Al **M. C. Luis Rodríguez Gutiérrez** por su disponibilidad y sugerencias en el trabajo de tesis.

A **mis Asesores** gracias por la dedicación que le dieron a este trabajo de tesis, por su valioso tiempo, que Dios los Bendiga a cada uno de ustedes.

A los maestros del **Departamento de Riego y Drenaje** por sus enseñanzas y experiencias para mi formación.

Al Ingeniero **Ricardo Chávez Vaquera** por el gran apoyo que me ha dado durante mi estancia en la universidad y por brindarme experiencias que me sirven para mi formación como ingeniero.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

Sra. Feliciana Dzib Dzul. A ti mamá te doy las gracias por haberme traído a este mundo, tu que siempre me has enseñado a luchar y salir adelante, te agradezco tú apoyo incondicional, tu amor, tu cariño y todo lo que haces por mí, te amo mamá.

Sr. Daniel Caamal Can. Gracias por tu apoyo y porque gracias a ti he podido cumplir mi sueño, a ti te dedico este trabajo, estoy orgulloso de ser hijo de un hombre extraordinariamente maravilloso, gracias papá.

A mis hermanos, **Leidi, Carmen, Rita, Luis y William** por su apoyo y la motivación que siempre me han dado para seguir adelante.

A mis cuñados, **Victor, Luis Estrella y Juan**, por ser los mejores cuñados.

A mis abuelos **Pascual y Lorenzo**, por enseñarme a ver como era el mundo cuando era aún un niño.

A mis tías y tíos, **Amalia, Emilia, Marbella.**

A mi novia **Patricia A. A.** por la gran motivación y apoyo que me ha dado durante este tiempo y transmitir esa alegría que siempre lleva dentro.

A mis paisanos, Eric (tuco), José (go), Abraham (cotelas), Jesús (Chucho), Irvin.

A mis compañeros: Luci, Eliezer, Julio, Edwin, Octavio, Jaime

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIAS	iv
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xii
I.INTRODUCCIÓN	1
1.1 Justificación	2
1.2 Objetivos.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Definición de Agua para Consumo Humano.....	3
2.2. Fuentes de Agua.....	3
2.2.1. Abastecimientos Subterráneos.....	3
2.2.2. Abastecimientos Superficiales.....	4
2.2.3. Saneamiento y Control de las Fuentes de Abastecimiento de Agua	5
2.3. El Agua en el Mundo.....	5
2.3.1. Aspectos Socioeconómicos y Demográficos.....	6
2.4. Disponibilidad de Agua en México	6
2.5. Población y Agua	8
2.5.1. El Agua y la Salud	9
2.6. Contaminación del Agua	10
2.6.1. Principales Contaminantes	10
2.6.1.1. Contaminantes Líquidos	11
2.6.1.2. Contaminantes Sólidos	11
2.6.1.3. Contaminantes Físicos	12
2.6.1.4. Contaminantes Químicos.....	12
2.6.1.5. Contaminantes Orgánicos	12
2.6.1.6. Contaminantes Biológicos	12

2.7. Principales Enfermedades Producidas a Causa de las	
Aguas Contaminadas.....	13
2.7.1. Disentería.....	13
2.7.2. Fiebre Tifoidea	13
2.7.3. El Cólera.....	13
2.8. Contaminantes Prioritarios Tóxicos del Agua	14
2.9. Usos del Agua.....	14
2.9.1. Distribución de los Usos en el Territorio Nacional	15
2.9.1.1. Uso Agrícola	15
2.9.1.2. Uso para Abastecimiento Público	15
2.9.1.3. Uso en la Industria Autoabastecida	16
2.9.1.4. Uso en Termoeléctricas	16
2.9.1.5. Uso en Hidroeléctricas.....	16
2.9.2. Grado de Presión Sobre el Recurso.....	16
2.9.3. Agua Virtual en México.....	17
2.10. Importancia de los Exámenes de Laboratorio.....	17
2.11. Parámetros de Calidad de Agua	18
2.11.1. Indicadores Físicos.....	19
2.11.1.1. Color	19
2.11.1.2. Turbidez.....	19
2.11.1.3. Conductividad Eléctrica	19
2.11.1.4. Temperatura	20
2.11.2. Indicadores Químicos.....	20
2.11.2.1. pH	20
2.11.2.2. Dureza	20
2.11.2.3. Alcalinidad	21
2.11.3. Indicadores Biológicos.....	22
2.11.3.1. Análisis Bacteriológico del Agua	22
2.11.3.2. Determinación de Bacterias del Grupo	
Coliforme	23

2.12. Calidad de Agua y Saneamiento.....	23
2.12.1. Vigilancia de la Calidad del Agua	23
2.13. Normatividad de las Aguas para Consumo Humano	25
2.13.1. Límites Permisibles de la Calidad de Agua (NOM-127-SSA1-1994).....	25
2.13.1.1. Límites Permisibles de Características Bacteriológicas.....	25
2.13.1.2. Límites Permisibles de Características Físicas y Organolépticas.....	26
2.13.1.3. Límites Permisibles de Características Químicas.....	26
2.13.1.4. Límites Permisibles de Características Radiactivas	29
2.14. Muestro para Análisis de Calidad de Agua	29
2.14.1. Muestras para Exámenes Bacteriológicos	29
2.14.2. Muestras para Análisis Químicos	30
2.14.2.1. Muestras para el Control de Laboratorio de una Planta en Operación	30
2.14.2.2. Muestras para Determinar la Calidad del Agua.....	30
2.14.3. Necesidad de que las Muestras sean Representativas.....	31
2.14.3.1. Frecuencia del Muestreo	31
III. MATERIALES Y METODOS	32
3.1. Lugar y Fecha de Establecimiento.....	32
3.2. Selección del Sitio de Muestreo	32
3.3. Materiales y Equipos.....	33
3.3.1. Materiales Utilizados	33
3.4. Procedimiento de Muestreo y Análisis	33
3.4.1. Muestreo para Análisis de Dureza.....	33

3.4.1.1. Determinación de Dureza	34
3.4.2. Muestras para Análisis de Alcalinidad	34
3.4.2.1. Determinación de Alcalinidad.....	35
3.4.3. Muestreo para Análisis Bacteriológico.....	35
3.4.3.1. Determinación de Bacterias Coliformes.....	36
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	37
4.1. Parámetros de Calidad del Agua	37
4.1.1. Dureza Cálcica	37
4.1.2. Dureza Magnésica.....	38
4.1.3. Dureza Total.....	39
4.1.4. Alcalinidad Total	40
4.1.5. pH.....	41
4.1.6. Detección de Bacterias Coliformes.....	42
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
VI. LITERATURA CITADA	45
VII. ANEXOS	47

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 2.1. La disponibilidad de agua en m ³ /habitante/año en México.....	7
Cuadro 2.2. Estaciones de la Red Nacional de Monitoreo.....	24
Cuadro 2.3. Límites permisibles de características bacteriológicas.....	25
Cuadro 2.4. Límites Permisibles de Características Físicas y Organolépticas	26
Cuadro 2.5. Límites permisibles de características químicas	27
Cuadro 2.6. Límites permisibles de características radiactivas.....	29
Cuadro 2.7. Numero mínimo de muestras aceptables según la Población.....	31
Cuadro 4.1. Comparación de la dureza cálcica de las diferentes Muestras	37
Cuadro 4.2. Comparación de la dureza magnésica de las diferentes muestras.....	38
Cuadro 4.3. Comparación de la dureza de las muestras, con la NOM-127-SSA1-1994	39
Cuadro 4.4 Alcalinidad total	40
Cuadro 4.5. Valores de pH	45
Cuadro 4.6. Detección de Bacterias Coliformes	42
Cuadro 7.1. Determinación de Calcio de la Muestra de Agua del Comedor	48
Cuadro 7.2. Determinación de Calcio de la Muestra de Agua del Dormitorio	48

Cuadro 7.3. Determinación de Calcio y Magnesio de las muestras de Agua del comedor y dormitorio	49
Cuadro 7.4. Determinación de Alcalinidad Parcial y Total de la Muestra de Agua del Comedor.	49
Cuadro 7.5. Determinación de Alcalinidad Parcial y Total de la Muestra de Agua del Dormitorio.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1. Disponibilidad Natural Media de Agua en México m ³ /hab/año	8
Figura 3.2. Localización de Sitio de Muestreo	32
Figura 4.1. Valores de Dureza Cálctica	38
Figura 4.2. Valores de Dureza Magnésica	39
Figura 4.3. Valores de Dureza total	40
Figura 4.4. Valores de Alcalinidad	41

RESUMEN

El presente estudio fue desarrollado en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, con agua del Comedor y del Dormitorio "Paraíso"; el primero se encuentra a un costado del edificio la Gloria y el segundo, frente del Departamento de Producción Animal, con el objetivo de evaluar la calidad del agua.

Los parámetros de calidad de agua que se analizaron fueron dureza cálcica (Ca^{2+}), dureza magnésica (Mg^{2+}), dureza total (CaCO_3), alcalinidad, pH y la presencia de bacterias coliformes.

Los resultados obtenidos de análisis de alcalinidad de las muestras están dentro de los límites permisibles de la NOM-041-SSA1-1993 que tiene como límite 300 mg/l ya que el mayor fue de 19.4313 mg/l obtenida de la muestra del dormitorio. El pH de las muestra fueron de 6.59 para el comedor y 7.14 para el dormitorio. Ambas muestras se encuentran dentro de los límites de la NOM-127-SSA1-1994 que son de 6.5-8.5 de pH. La dureza total obtenida de los análisis se mantuvo dentro del límite permitido por la NOM-127-SSA1-1994 de 500 mg/l. Con respecto a la presencia de bacterias coliformes, ninguna muestra mostró presencia de ellas por lo que cumple con lo especificado en la norma.

De lo anterior se concluye que de acuerdo a los parámetros analizados las dos muestras de agua son aptas para consumo humano. Además se recomienda un monitoreo frecuente de la calidad del agua, esto con el fin de verificar constantemente su calidad con el paso del tiempo para evitar posibles enfermedades que puedan causar a los consumidores.

Palabras claves: Parámetros de calidad, Límites permisibles, Calidad del Agua.

I.INTRODUCCIÓN

El agua ha sido, desde la creación del mundo, un elemento imprescindible para todos los seres vivos, necesaria para su mantenimiento, para formar parte de su composición o como medio ambiente de múltiples especies. Para los humanos, las necesidades de agua y energía han ido siempre en orden creciente, a medida que se ha desarrollado la civilización y crecido la población en casi todas las áreas habitadas de la superficie terrestre. Al mismo tiempo, desde el inicio de la actividad humana, el desarrollo ha obstaculizado cada vez más el uso y disfrute del agua pura a causa de contaminarla con residuos y las zonas costeras próximas a las áreas habitadas. Como consecuencia de todo ello, el ingenio humano ha ideado a lo largo de la historia diferentes sistemas de aprovechamiento y tratamiento de las aguas y estudiado tanto en su aspecto de calidad como bajo el punto de vista de su uso en alimentación y en aplicaciones agrarias (Seoanez, 1999).

El mismo autor menciona que en zonas urbanas, el consumo de agua se ha orientado fundamentalmente hacia uso en alimentación, lavado de ropa y aplicaciones industriales, como refrigeración, transporte y procesos diversos, dependiendo del volumen empleado en cada sector del tamaño de la población y de su vocación industrial, residencial o turística.

El agua, es un elemento indispensable para la vida, tiene funciones muy relevantes en la generación de riqueza para la sociedad. Su disponibilidad determina el establecimientos de centros productivos y su escasez, genera la pobreza que está rebasando ya las frágiles líneas que dividen la estabilidad y la gobernabilidad con las situaciones de tensión y conflictos sociales (Jiménez, 2007).

1.1. Justificación

- Los datos de los análisis de calidad servirán para realizar una comparación con los parámetros establecidos en la Norma Oficial Mexicana (NOM-127-SSA1-1994) "Salud Ambiental, Agua para Uso y Consumo Humano-Limites Permisibles de Calidad y Tratamientos a que debe someterse el Agua para su Potabilización".

1.2. Objetivos

- Verificar la calidad del agua del comedor y el dormitorio "Paraíso" de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Definición de Agua para Consumo Humano

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-127-SSA1-1994) se considera como agua para consumo humano “Aquella que no contiene contaminantes objetables, ya sean químicos o agentes infecciosos y que no causa efectos nocivos al ser humano”.

2.2. Fuentes de agua

El agua circula continuamente a través del interminable ciclo hidrológico de precipitación o lluvia, escurrimiento, infiltración, retención o almacenamiento, evaporación, precipitación, y así sucesivamente. Se entiende por fuente de abastecimiento de agua aquel punto o fase del ciclo natural del cual se desvía o aparta el agua, temporalmente, para ser usada, regresando finalmente a la naturaleza (Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York, 2007).

El mismo autor menciona las siguientes fuentes de abastecimiento de agua:

2.2.1. Abastecimientos subterráneos

Generalmente, las comunidades más pequeñas son las que emplean abastecimientos subterráneos de agua, por lo limitado que resulta el volumen de un acuífero. Un inconveniente de los abastecimientos subterráneos es su tendencia a proporcionar aguas excesivamente duras, lo cual se debe a que los constituyentes que causan la dureza son lavados de los depósitos minerales.

- **Pozos poco profundos.** Aunque no existe un límite exacto que distinga entre pozos poco profundos y pozos profundos, usualmente se clasifican como “poco profundo” aquéllos cuya profundidad es menor de 30 metros y como profundos aquéllos cuya profundidad es superior a dicho límite. Los pozos poco profundos pueden ser cavados o entubados.
- **Pozos profundos.** Cuando el suelo situado encima de las formaciones rocosas no contiene agua, los pozos deben perforarse ya sea dentro de las rocas para extraer el agua de las grietas o a través de la roca hasta localizar los estratos acuíferos más profundos.
- **Manantiales.** Aparecen donde un estrato que lleva agua alcanza la superficie del terreno, o donde las fisuras de la roca “afloran” a la superficie, en condiciones tales que el agua subterránea es forzada a salir a través de grietas.

2.2.2. Abastecimientos superficiales

- **Ríos.** Los abastecimientos de agua de los ríos requieren por lo común de mayores recursos para su tratamiento. La turbiedad, o enturbiamiento, el contenido mineral y el grado de contaminación varían considerablemente de un día para otro.
- **Lagos naturales.** Los lagos pueden proporcionar agua de calidad excepcionalmente buena, excepto cerca de sus márgenes y en la vecindad de descargas de drenajes o de corrientes fuertes.
- **Embalses.** La cantidad de agua que lleva una corriente está sujeta a muy grandes variaciones de un día a otro, así como durante las diferentes épocas del año. Cuando el consumo de agua es mayor o incluso cercano al caudal de la corriente, puede ser necesario construir una represa, creando así un embalse

para almacenar el agua durante la temporada de lluvias, la cual será utilizada en la época de estiaje.

2.2.3. Saneamiento y Control de las Fuentes de Abastecimiento de Agua

Siempre es preferible prevenir la contaminación de los abastecimientos de agua que confiar ciegamente en la efectividad del proceso de tratamiento. Esto es particularmente válido en aquellos embalses en los que cantidades limitadas de material contaminante pasan mas allá de la toma de agua, y como en el caso de una corriente en la que prácticamente toda la masa de agua permanece en el embalse, ya sea para que se verifique la auto purificación o para que se recurra al tratamiento en una planta.

2.3. El Agua en el Mundo

El agua dulce es un recurso relativamente escaso en el ámbito global. Solamente 2.5 por ciento del volumen de agua disponible en el planeta corresponde a agua que no es salada. Dos tercios del agua dulce están acumulados en glaciares y capas de hielo permanentes. De la cantidad restante, 20 por ciento se localiza en áreas demasiado remotas para su acceso por el hombre. Tres cuartas parte del 80 porciento restante ocurren en forma de tormentas severas que dan lugar a inundaciones y , por tanto, no son fácilmente aprovechables. En consecuencia el volumen utilizable de agua dulce es del orden de una sexta parte de uno porciento del volumen total del liquido en el planeta (Jacobo, 2004).

De acuerdo con estadísticas de la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2005) citada por Jiménez (2007), en el planeta existen 1400 millones de km^3 de agua, pero solo 205 millones de km^3 corresponden a agua dulce, de la cual la mayor parte se encuentra en forma de hielo o en depósitos subterráneos.

2.3.1 Aspectos Socioeconómicos y demográficos

Para la Comisión Nacional del Agua (CNA, 2008), disponible en: <http://www.cna.gob.mx/Espaniol/TmpContenido.aspx?id=712f904d-512248e5-94f6-22b3972b422a|Agua%20en%20el%20mundo|0|0|281|0|0>

Para 1950 se tenía una población mundial de 2 534 millones de personas, que para 2005 había crecido a 6 515 millones. Para 2010, se estima que será de 6 907 millones. Se calcula que los países subdesarrollados crecen a un ritmo cinco veces mayor que los países desarrollados. A nivel mundial se presenta el fenómeno de concentración de la población en localidades urbanas, con mayor énfasis en las regiones menos desarrolladas. Estos fenómenos poblacionales impactarán el uso de agua potable al disminuir la disponibilidad media natural per cápita.

2.4. Disponibilidad de Agua en México

La disponibilidad natural media per cápita de un país resulta de dividir sus recursos renovables entre el número de habitantes. Según este criterio, México se encuentra en el lugar número 89 mundial sobre 177 países de los cuales se dispone de información, en términos de disponibilidad media per cápita (Disponible en: http://www.conagua.gob.mx/Espaniol/GoogleBP.aspx?cx=005034753689622933206%3Aj2ysx_s4ipy&cof=FORID%3A9&ie=UTF-8&q=agua+disponible+en+mexico&sa=lr#1090).

En México la disponibilidad anual promedio per cápita es de 4,986 metros cúbicos. Esto ubica a nuestro país como una nación de baja disponibilidad. De hecho, en algunas cuencas hidrográficas del país, como la del Valle de México, la disponibilidad es al menos cinco veces inferior al promedio mundial (Jacobo, 2004).

El volumen total de agua que recibe nuestro país es de 1528 km³ pero la mayor parte; 1106 km³ correspondientes al 73 por ciento regresan a la atmósfera por evaporación, debido a la falta de vegetación y escasa protección del suelo (Jiménez, 2007).

Del total de agua disponible equivalente a 422 km³, aproximadamente 397 km³ escurren y 75 km³ se acumulan en acuíferos. La capacidad de almacenamiento de escurrimientos con la infraestructura hidráulica nacional es de 150 km³; por lo que 247 km³ del agua disponible anualmente se van al mar sin ningún aprovechamiento (Jiménez, 2007).

El agua que se pierde en el mar no va sola, también se lleva una gran cantidad de suelo fértil, la materia orgánica, arboles, hojas y semillas, ganado muerto, destruye zócalos de pueblos, calles, casas, carreteras y puentes, a veces lleva cuerpos inertes de seres humanos pero, casi siempre se lleva la expectativa y la ilusión de una vida mejor para la gente, el cuadro 2.1 se puede observar la disponibilidad de agua (Jiménez, 2007) y en la figura 2.1 la disponibilidad natural media (CNA,2008).

Cuadro 2.1. La disponibilidad de agua en m³/habitante/año en México (Jiménez, 2007).

Año	Cantidad
1910	31000
1950	18000
1970	10000
2000	4841
2010	4180
2020	3750

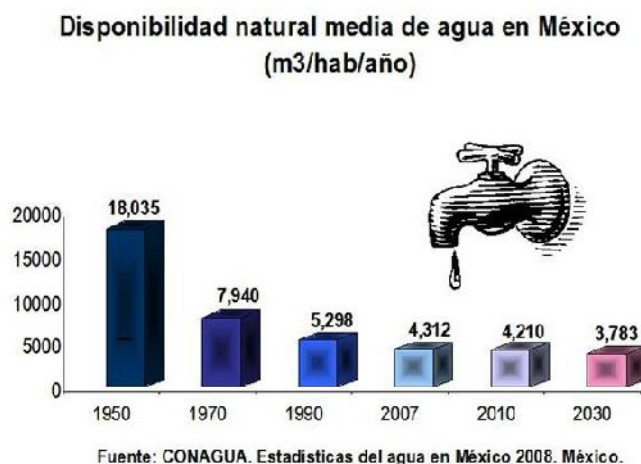


Figura 2.1. Disponibilidad Natural Media de Agua en México m³/hab/año (CNA, 2008).

2.5. Población y Agua

Según Garza (2008) el país empezó el siglo XIX con una población aproximada de 5 millones de habitantes, en el siglo XX con 10 y el siglo XXI con 100 millones. El agua que tenemos es básicamente la misma que siempre ha habido, con algunos cambios de consideración. Esto quiere decir que la población de tiempos pasados tenía hasta 10 y 20 veces más agua por habitante de la que tiene un mexicano en la actualidad. Las necesidades también han cambiado tanto en el aspecto urbano como en el turístico, la vida moderna exige el uso de mayores cantidades de agua, en consecuencia, los consumos por persona ahora son mayores.

Los estándares que se han fijado para medir la situación de la escasez de agua a nivel internacional, nos dicen que cuando un país tiene agua en exceso de 10 mil m³/hab./año, tiene abundancia de agua, si su disponibilidad esta entre los 5 y 10 mil m³/hab./año, su situación es perfectamente manejable a pesar de que no hay los excedentes del caso anterior. Al bajar la disponibilidad de 5 mil m³/hab./año, empieza a haber limitaciones que se pueden sortear con algunos trabajos y venciendo ciertas dificultades, pero si su nivel esta en 1000 m³, entonces existe escasez de agua, los niveles disponibles resultan tan insuficientes (Garza, 2008).

2.5.1 El agua y la salud

El agua es vida. Sin agua no hay vida posible. Un hombre no puede estar sin beber más de dos días, mientras que puede estar semanas sin comer. Una deshidratación del 2 por ciento implica una pérdida del 20 por ciento de las capacidades físicas. Pero si bien un individuo sano necesita beber 2 litros de agua al día para mantenerse vivo, necesitará más si sufre de malnutrición o si vive en un clima tropical. De hecho, la sed se hace presente desde el momento en que nuestro organismo ha perdido el uno por ciento de sus fluidos, y si esa pérdida es igual al 10 por ciento entonces ya se presentan peligros de muerte (Bouguerra, 2005).

Para SEMARNAT (2006) citado por Ramírez (2008); la calidad físico-química y biológica se asocia con efectos en la salud de la población. Las enfermedades transmisibles por la contaminación microbiológica del agua son a menudo, de una gravedad moderada (infecciones oculares, ópticas, gastrointestinales) pero pueden llegar a ser más graves (cólera, tifoidea, etc.). En cambio, la contaminación química del agua por arsénico, flúor, plomo y algunos plaguicidas, entre otros agentes, se ha asociado con consecuencias a largo plazo como cáncer, efectos endocrinos, inmunológicos o neurológicos.

La población infantil es la más susceptible de padecimientos relacionados con la mala calidad del agua. Existe una relación inversa entre la cobertura de agua potable y la tasa de mortalidad por enfermedades diarreicas en menores de cinco años. El agua suministrada a la población se desinfecta mediante cloración, y el monitoreo del cloro libre residual en las tomas domiciliarias proporciona un indicador de evaluación fundamental. Se tiene un promedio nacional de eficiencia en cloración de 86 por ciento (CNA, 2008).

2.6 Contaminación del Agua

Según Carabias (2005) la contaminación de los cuerpos de agua es producto de las descargas de aguas residuales sin tratamiento, ya sea de tipo doméstico, industrial, agrícola, pecuario o minero. A finales del año 2001, más del 70 por ciento de los cuerpos de agua del país presentaban algún indicio de contaminación. Las cuencas que destacan por sus altos índices de contaminación son la del Lerma-Santiago, la del Balsas, y las aguas del Valle de México y el sistema Cutzamala.

2.6.1. Principales Contaminantes

(http://html.rincondelvago.com/contaminacion-del-agua_11.html):

Los contaminantes más frecuentes de las aguas son: materias orgánicas y bacterias, hidrocarburos, desperdicios industriales, productos pesticidas y otros utilizados en la agricultura, productos químicos domésticos y desechos radioactivos. Lo más grave es que una parte de los derivados del petróleo son arrojados al mar por los barcos o por las industrias ribereñas y son absorbidos por la fauna y flora marinas que los retransmiten a los consumidores de peces, crustáceos, moluscos, algas, etc.

Los principales contaminantes del agua son los siguientes:

- Agentes patógenos.- Bacterias, virus, protozoarios, parásitos que entran a las aguas provenientes de desechos orgánicos.
- Desechos que requieren oxígeno.- Los desechos orgánicos pueden ser descompuestos por bacterias que usan oxígeno para biodegradarlos. Si hay poblaciones grandes de estas bacterias, pueden agotar el oxígeno del agua, matando así las formas de vida acuáticas.
- Sustancias químicas inorgánicas.- Ácidos, compuestos de metales tóxicos (Mercurio, Plomo) que envenenan el agua.

- Los nutrientes vegetales pueden ocasionar el crecimiento excesivo de plantas acuáticas que después mueren y se descomponen, agotando el oxígeno del agua y de este modo causan la muerte de las especies marinas (zona muerta).
- Sustancias químicas orgánicas.- Petróleo, plásticos, plaguicidas, detergentes que amenazan la vida.
- Sedimentos o materia suspendida.- Partículas insolubles de suelo que enturbian el agua y que son la mayor fuente de contaminación.
- Sustancias radiactivas que pueden causar defectos congénitos y cáncer.
- Calor.- Ingresos de agua caliente que disminuyen el contenido de oxígeno y hace a los organismos acuáticos muy vulnerables.

2.6.1.1. Contaminantes Líquidos

Los contaminantes en forma líquida provienen de las descargas de desechos domésticos, agrícolas e industriales en las vías acuáticas, de terrenos de alimentación de animales, de terrenos de relleno sanitario, de drenajes de minas y de fugas de fosas sépticas. Estos líquidos contienen minerales disueltos, desechos humanos y de animales, compuestos químicos sintéticos y materia coloidal y en suspensión.

2.6.1.2. Contaminantes Sólidos

Entre los contaminantes sólidos se encuentran arena, arcillas, tierra, cenizas, materia vegetal agrícola, grasas, brea, papel, hule, plásticos, madera y metales.

2.6.1.3. Contaminantes Físicos

Afectan el aspecto del agua y cuando flotan o se sedimentan interfieren con la flora y fauna acuáticas. Son líquidos insolubles o sólidos de origen natural y diversos productos sintéticos que son arrojados al agua como resultado de las actividades del hombre, así como, espumas, residuos oleaginosos y el calor (contaminación térmica).

2.6.1.4. Contaminantes Químicos

Incluyen compuestos orgánicos e inorgánicos disueltos o dispersos en el agua. Los contaminantes inorgánicos son diversos productos disueltos o dispersos en el agua que provienen de descargas domésticas, agrícolas e industriales o de la erosión del suelo. Los principales son cloruros, sulfatos, nitratos y carbonatos.

2.6.1.5. Los Contaminantes Orgánicos

También son compuestos disueltos o dispersos en el agua que provienen de desechos domésticos, agrícolas, industriales y de la erosión del suelo. Son desechos humanos y animales, de rastros o mataderos, de procesamiento de alimentos para humanos y animales, diversos productos químicos industriales de origen natural como aceites, grasas, breas y tinturas y diversos productos químicos sintéticos como pinturas, herbicidas, insecticidas, etc. Los contaminantes orgánicos consumen el oxígeno disuelto en el agua y afectan la vida acuática (eutrofización). Las concentraciones anormales de compuestos de nitrógeno en el agua, tales como el amoníaco o los cloruros se utilizan como índice de la presencia de dichas impurezas contaminantes en el agua.

2.6.1.6. Contaminantes biológicos

Incluyen hongos, bacterias y virus que provocan enfermedades, además de algas y otras plantas acuáticas. Algunas bacterias son inofensivas y otras participan en la degradación de la materia orgánica contenida en el agua.

Ciertas bacterias descomponen sustancias inorgánicas. La eliminación de los virus que se transportan en el agua es un trabajo muy difícil y costoso.

2.7. Principales Enfermedades Producidas a Causa de las Aguas Contaminadas

2.7.1. Disentería

Es una enfermedad producida por un protozoo llamado ameba o por varios bacilos, produce la inflamación del intestino grueso, en cuya mucosa se localizan los microbios. Se caracteriza por diarreas sanguinolentas (con sangre) y se adquiere cuando se toma agua o alimentos contaminados. Esta enfermedad es muy frecuente en los niños que viven en casas poco higiénicas y por descuido puede ocasionarle la muerte por deshidratación. Para evitar el contagio se recomienda hervir el agua y lavar bien los alimentos (http://html.rincondelvago.com/contaminacion-del-agua_11.html).

2.7.2. Fiebre Tifoidea

La produce un bacilo denominado *Salmonella thyphi*, caracterizado por poseer flagelos que le dan gran movilidad. El contagio se produce al comer o beber alimentos y agua contaminados con las heces de enfermos o portadores (personas que tienen el bacilo pero no presentan síntomas). Los microbios se alojan en el intestino delgado alterando las paredes del mismo provocando diarrea, posteriormente pueden invadir la mucosa y pasar a la corriente sanguínea provocando la fiebre característica de la enfermedad (http://html.rincondelvago.com/contaminacion-del-agua_11.html).

2.7.3. El Cólera

Esta enfermedad es originaria de la India. Se manifiesta con vómitos diarreas. Se propaga con defecaciones y vómitos de las personas infectadas. Su contagio se evita con la vacuna anticólera (http://html.rincondelvago.com/contaminacion-del-agua_11.html).

2.8. Contaminantes Prioritarios Tóxicos del Agua

Según García (1992) el concepto de contaminantes prioritarios fue introducido por el “Clean Wáter Act”, de los Estados Unidos de América en 1977. Se consideran los siguientes criterios para identificar a los contaminantes del agua: conocimiento de la presencia de esas sustancias en los afluentes de fuentes puntuales, en el medio ambiente acuático, en peces y en agua de abastecimiento, mediante la evaluación que a continuación se cita:

- Carcinogenicidad
- Mutagenicidad
- Teratogenicidad
- Bioacumulación
- Persistencia

Los contaminantes prioritarios, son los llamados convencionales: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Sólidos Suspendedos Totales (SST), pH, coliformes fecales, grasa y aceite como los no convencionales.

2.9. Usos del Agua

Clasificación de los usos del agua (CNA, 2008):

Los volúmenes concesionados o asignados a los usuarios se inscriben en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), agrupándose para fines prácticos en usos consuntivos (agrícola, abastecimiento público, industria autoabastecida y termoeléctricas) y no consuntivos (hidroeléctricas). El 63 por ciento del agua para uso consuntivo proviene de fuentes superficiales (ríos, arroyos y lagos), el resto de aguas subterráneas.

2.9.1. Distribución de los Usos en el Territorio Nacional

El volumen concesionado puede analizarse regionalmente. Las regiones hidrológico-administrativas con mayor volumen concesionado son VIII Lerma-Santiago-Pacífico, IV Balsas, III Pacífico Norte y VI Bravo. Por entidades federativas, las que presentan mayor volumen concesionado son Sinaloa y Sonora, debido a sus extensiones agrícolas bajo riego (CNA ,2008).

2.9.1.1 Uso Agrícola

El mayor uso es el agrícola, con el 77 por ciento del volumen concesionado para uso consuntivo. La superficie cosechada varía entre 18 y 22 millones de hectáreas anualmente. El valor de la producción es el 6.5 por ciento del PIB, y la población ocupada en estas actividades oscila entre 4 y 5 millones de personas. Se calcula que dependen directamente de esta actividad entre 20 y 25 millones de personas en México. La superficie bajo riego representa 6.46 millones de hectáreas, agrupadas en 85 Distritos de Riego (54 por ciento de la superficie bajo riego) y más de 39 mil Unidades de Riego (46 por ciento restante) (CNA, 2008).

2.9.1.2. Uso para Abastecimiento Público

Se abastece a los usuarios domésticos, así como a industrias y servicios conectados a redes de agua potable en las localidades, generalmente urbanas. Con base en los Censos de Captación, Tratamiento y Suministro de Agua, se estima que de 1998 a 2003 se incrementó el volumen de agua empleado por los prestadores de servicio en 22 por ciento. En 2003, el agua facturada representó el 49 por ciento del agua empleada, lo que implica que el 51por ciento restante se perdió en fugas, tomas

clandestinas o deficiencias del padrón de usuarios. Cabe comentar que la prestación del uso queda bajo el ámbito municipal (CNA, 2008).

2.9.1.3. Uso en Industria Autoabastecida

Representado por la industria que se abastece directamente de ríos, arroyos, lagos o acuíferos del país. Los principales rubros son industria química, azucarera, petróleo, celulosa y papel (CNA, 2008).

2.9.1.4. Uso en Termoeléctricas

En 2007 las termoeléctricas (centrales de vapor, duales, carboeléctricas, ciclo combinado, turbogas y combustión interna) generaron 189 TWh, el 87 por ciento de la electricidad producida en el país. Cabe aclarar que el 76 por ciento del agua concesionada a termoeléctricas corresponde a la carboeléctrica de Petacalco (CNA,2008).

2.8.1.5. Uso en Hidroeléctricas

El uso no consuntivo, que no consume el agua empleada, en hidroeléctricas, representó en 2007 123 mil millones de metros cúbicos, para generar 29.7 TWh, el 13 por ciento de la producción de energía eléctrica en México (CNA,2008).

2.9.2 Grado de Presión Sobre el Recurso

Se calcula como el porcentaje de agua para uso consuntivo respecto a la disponibilidad total. Si es mayor a 40 por ciento, se considera que se ejerce una fuerte presión sobre el recurso. A nivel nacional, el valor es de 17 por ciento o moderado. Regionalmente, las zonas Centro, Norte y Noroeste del país tienen 47 por ciento o fuerte presión sobre el recurso (CNA, 2008).

2.9.3. Agua Virtual en México

Cantidad total de líquido que se utiliza o integra a un producto. Por ejemplo, para producir un kilogramo de trigo en México, se requieren en promedio 1 000 litros de agua; un kilo de carne de res requiere 13 500 litros. Bajo este marco, los intercambios comerciales representaron exportaciones por 5 936 millones de metros cúbicos e importaciones por 33 977. La importación neta está relacionada con productos agrícolas (57 por ciento), productos animales (36 por ciento) e industriales (el 7 por ciento restante). (CNA, 2008).

2.10. Importancia de los Exámenes de Laboratorio

Los exámenes del agua en el laboratorio se llevan a cabo por muchos motivos. Probablemente el más frecuente es el de ayudar a formar una opinión acerca de lo adecuado que sea el agua de un abastecimiento para el uso público (Departamento de Sanidad de Nueva York, 2007).

El mismo autor menciona, los exámenes de laboratorio pueden clasificarse en; exámenes físicos, análisis químicos, exámenes bacteriológicos y exámenes microscópicos.

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 (Departamento de Sanidad de Nueva York, 2007).

Los exámenes bacteriológicos indican la presencia de bacterias características de la contaminación y consiguiente la calidad del agua para su consumo. Los exámenes microscópicos proporcionan información relativa a las proliferaciones en el agua que frecuentemente son las que causan

sabores y olores desagradables u obstrucción de los filtros (Departamento de Sanidad de Nueva York, 2007).

2.11. Parámetros de Calidad de Agua

La calidad del agua ha de definirse en relación con el uso o actividad a que se le quiere dedicar, por ello no podemos hablar de “buena” o “mala” calidad en abstracto, sino que cada actividad exige una calidad adecuada (Seoanez, 1999).

El mismo autor menciona para evaluar los cambios que las diferentes aplicaciones del agua puedan originar en su calidad, se emplean parámetros físicos, químicos o biológicos. A estos parámetros se les denomina *indicadores de calidad*.

En las reglamentaciones internacionales se establecen distintas limitaciones:

- La concentración máxima recomendada representa un tope a alcanzar. Si el agua se encuentra dentro de esta limitación se puede asegurar su excelente calidad.
- La concentración máxima aceptable representa un límite a partir del cual ya nos se puede garantizar la calidad del agua, pues aparecen una serie de factores que resultan incómodos al consumidor.
- La concentración máxima admisible representa el punto a partir del cual las aguas no sólo presentan características molestas para el consumidor, sino que su ingestión puede resultar peligrosa para la salud, y por lo tanto el consumo de este tipo de aguas debe quedar prohibido.

2.11.1. Indicadores Físicos

2.11.1.1. Color

El color azul que presentan los grandes volúmenes de agua pura se puede ver alterado por la presencia de determinadas sustancias en dilución, fruto del vertido de productos industriales de desecho. Para determinar el color de un agua determinada se emplea el método del platino cobalto en laboratorio o bien se utilizan los discos coloreados (Seoanez, 1999). Para el Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York (2007), el color del agua es ocasionada generalmente por la extracción de materia colorante del humus de los bosques o de la materia vegetal de los pantanos y áreas de poca profundidad. El color del agua es de dos tipos: el “color verdadero” es el que está presente en el agua después de haberse removido la materia suspendida, y el “color aparente” es el color verdadero más cualquiera otro color que produzca la sustancias en suspensión.

2.11.1.2. Turbidez

La turbidez de un agua está ocasionada por la presencia de partículas sólidas en suspensión o coloidales, con un diámetro muy pequeño que impiden que la luz se transmita tal y como lo haría a través del agua pura. Un método para determinar la turbidez es la aplicación del efecto Tyndall (Seoanez, 1999). Concepto similar considera el Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York (2007), pues menciona que la turbidez es el efecto óptico causado por la dispersión e interferencia de los rayos luminosos que pasan a través del agua que contiene pequeñas partículas en la suspensión.

2.11.1.3. Conductividad Eléctrica

La conductividad eléctrica del agua se refiere a la mayor o menor resistencia del agua a permitir el paso de la electricidad (Seoanez ,1999).

2.11.1.4. Temperatura

Es un parámetro importante a tener en cuenta, ya que de ella dependen los valores de muchos parámetros, como son la CE y la densidad del agua (Seoanez, 1999).

2.11.2. Indicadores Químicos

2.11.2.1. pH

Para Seoanez (1999), el pH es un parámetro que nos indica la concentración de protones (iones hidrógeno H^+) presentes en una disolución acuosa. Para el Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York (2007) el pH es la concentración de iones hidrogeno o valor del pH. Mide la intensidad de la reacción acida o alcalina del agua. No mide la concentración total del acido o álcali que este presente.

2.11.2.2. Dureza

Seoanez (1999) menciona que la dureza o grado hidrotimético de un agua corresponde a la suma de las concentraciones de cationes metálicos. En la mayoría de los casos la dureza se debe principalmente a los iones calcio y magnesio.

En el agua se puede determinar distintos tipos de dureza:

- Dureza total
- Dureza Cálcica
- Dureza Magnésica
- Dureza Carbonatada o temporal
- Dureza Permanente o no carbonatada

Por su parte el del Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York (2007), considera que el agua es un solvente universal disuelto en cantidades variables de las diversas sustancias minerales. Esto no afecta

la calidad sanitaria del agua, sino que es importante en su uso doméstico, especialmente cuando se usa para lavado o en calderas. La dureza mide la capacidad del agua para consumir jabón. Las aguas duras son usualmente menos corrosivas.

2.11.2.3. Alcalinidad

Para Seoanez (1999), la alcalinidad o basicidad de un agua es fruto de la presencia de determinadas especies en disolución y aporta al agua la capacidad de reaccionar con ácidos, neutralizando sus efectos. Las especies que confieren esta propiedad al agua son fundamentalmente los aniones hidróxido (OH^-), Carbonato (CO_3^{2-}) y bicarbonatos (HCO_3^-).

Se pueden determinar dos tipos de alcalinidad

- Alcalinidad total, el indicador mas adecuado para este rango de pH es el anaranjado de metilo.
- Alcalinidad simple, el indicador mas adecuado para este rango de pH es la fenolftaleína.

El Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York (2007) menciona que la alcalinidad es una medida de los constituyentes básicos (alcalinos) del agua. En las aguas naturales la alcalinidad se presenta usualmente en forma de carbonatos y bicarbonatos de calcio y magnesio, sodio y potasio. Dentro de los límites razonables, la alcalinidad no tiene importancia sanitaria pero es muy importante en relación con los procesos de coagulación y correctivos del poder corrosivo del agua.

La alcalinidad puede existir como hidróxido, carbonato o bicarbonato, pero en vista de que el estudio tiene como finalidad primordial su uso en el control de coagulación, solamente se considerara la alcalinidad total.

2.11.3. Indicadores Biológicos

2.11.3.1. Análisis Bacteriológico del Agua

El propósito del análisis bacteriológico del agua es indicar su contaminación con aguas negras, en el momento del muestreo y por ende la posibilidad de que pueda transmitir enfermedades (Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York, 2007).

El mismo autor menciona que las bacterias son pequeños organismos unicelulares que pertenecen al reino vegetal y las hay de muchos tipos y clases. Existen dos clases principales, que son: las *saprófitas*, que son inocuas y necesarias para descomponer la materia orgánica muerta y las *parásitas*, cuyo medio natural de desarrollo se encuentra en los cuerpos vivos del hombre y los animales. Los microorganismos patogénicos, que producen enfermedades específicas en los seres humanos y en los animales, son parásitos, como lo son muchas bacterias no patógenas (*Escherichia coli*) que habitan en el tracto intestinal de los animales.

Los principales organismos indicadores de contaminación intestinal o de aguas negras, son las bacterias de grupo Coliforme. La *Escherichia coli* es quizá el miembro más representativo de este grupo (Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York, 2007).

El Recuento normal en placa se usa para obtener una estimación del número total de bacterias en una muestra, que se desarrollaran a 35° C en 24 horas y bajo condiciones de alimentación y de humedad que se especifiquen en los procedimientos normales de laboratorio. Las muestras deben de recolectarse en frascos de cristal transparente, con tapón esmerilado y estériles (Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York, 2007).

2.11.3.2. Determinación de Bacterias del Grupo Coliforme

La estimación del número de bacterias del grupo coliforme, presentes en un determinado volumen de agua, será un índice o indicación de la intensidad de una contaminación. Cualquier prueba de fermentación de caldo lactosado, que muestre formación de gas después de 24 ó 48 horas de incubación, confirmada por la formación de gas en un medio confirmativo después de 24 ó 48 horas, indica la presencia de bacterias del grupo coliforme en una cantidad proporcional al volumen de la muestra que se haya examinado (Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York, 2007).

2.12. Calidad de Agua y Saneamiento

La calidad del medio ambiente se ha visto en las últimas décadas seriamente afectadas por el manejo y disposición inadecuados de considerables cantidades de desechos, generados en los grandes núcleos de población y centros industriales (Jacobo,2004).

El mismo autor menciona, la Comisión Nacional del Agua, órgano desconcentrado de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, tienen entre sus principales atribuciones, conferidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y en la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento, promover, ejecutar y operar la infraestructura federal y los servicios necesarios para preservar, conservar y mejorar la calidad del agua en las cuencas hidrológicas y acuíferos, de acuerdo con la normatividad en la materia de agua vigente.

2.12.1. Vigilancia de la Calidad del Agua

Para Jacobo (2004), en México los marcos de referencia para evaluar la calidad del agua son:

- a).- Los criterios Ecológicos de la Calidad del Agua (CECA), publicados en el Diario Oficial de la Federación (1989). Estos

permiten evaluar la calidad del agua directamente de la fuente de abastecimiento, ya sea agua superficial (lagos naturales o artificiales y ríos), ya que establecen los parámetros y los valores máximos permisibles que debe cumplir la calidad del agua para los diferentes usos.

b).- La Norma Oficial Mexicana (NOM-127-SSA1-1994), Salud Ambiental, Agua para Consumo Humano, la cual permite evaluar la calidad del agua que consume la población, obtenida del proceso de potabilización.

Con el establecimiento de la Red Nacional de Monitoreo de Calidad del Agua en 1974 (cuadro 2.2) se inicia la vigilancia continua de los principales cuerpos de agua en el país, ya que tienen como objetivo conocer la calidad del agua, a través de variables que permitan medir sus alteraciones e impactos (Jacobo, 2004).

Cuadro 2.2. Estaciones de la Red Nacional de Monitoreo (Jacobo, 2004).

Tipo de Red	Ubicación de los Sitios	Número
Primaria	Agua Superficiales	238
	Zonas costeras	53
	Subterránea	51
Secundaria	Propuestas	229
	Estudios especiales	56
	Red de referencia subterránea	117

2.13. Normatividad de las Aguas para Consumo Humano.

2.13.1. Límites Permisibles de la Calidad de Agua (NOM-127-SSA1-1994) (<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/127ssa14.html>)

2.13.1.1 Límites Permisibles de Características Bacteriológicas

El contenido de organismos resultante del examen de una muestra simple de agua, debe ajustarse a lo establecido en el cuadro 2.3 (<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/127ssa14.html>).

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

Cuadro 2.3. Límites permisibles de características bacteriológicas (<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/127ssa14.html>).

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

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

2.13.1.2. Límites Permisibles de Características Físicas y Organolépticas

Las características físicas y organolépticas deberán ajustarse a lo establecido en el cuadro 2.4 (<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/127ssa14.html>).

Cuadro 2.4. Límites Permisibles de Características Físicas y Organolépticas (<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/127ssa14.html>)

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

2.13.1.3. Límites Permisibles de Características Químicas

El contenido de constituyentes químicos deberá ajustarse a lo establecido en el cuadro 2.5.

Los límites se expresan en mg/l, excepto cuando se indique otra unidad (<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/127ssa14.html>).

Cuadro 2.5. Límites permisibles de características químicas
 (<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/127ssa14.html>)

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Aluminio	0.20
Arsénico	0.05
Bario	0.70
Cadmio	0.005
Cianuros (como CN-)	0.07
Cloro residual libre	0.2-1.50
Cloruros (como Cl-)	250.00
Cobre	2.00
Cromo total	0.05
Dureza total (como CaCO ₃)	500.00
Fenoles o compuestos fenólicos	0.001
Fierro	0.30
Fluoruros (como F-)	1.50
Manganeso	0.15
Mercurio	0.001
Nitratos (como N)	10.00
Nitritos (como N)	0.05
Nitrógeno amoniacal (como N)	0.50

pH (potencial de hidrógeno) en unidades de pH	6.5-8.5
Plaguicidas en microgramos/l: Aldrín y dieldrín (separados o combinados)	0.03
Clordano (total de isómeros)	0.30
DDT (total de isómeros)	1.00
Gamma-HCH (lindano)	2.00
Hexaclorobenceno	0.01
Heptacloro y epóxido de heptacloro	0.03
Metoxicloro	20.00
2,4 – D	50.00
Plomo	0.025
Sodio	200.00
Sólidos disueltos totales	1000.00
Sulfatos (como SO ₄ =)	400.00
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	0.50
Trihalometanos totales	0.20
Zinc	5.00

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

2.13.1.4. Límites Permisibles de Características Radiactivas

El contenido de constituyentes radiactivos deberá ajustarse a lo establecido en el cuadro 2.6. Los límites se expresan en Bq/l (Becquerel por litro) (<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/127ssa14.html>).

Cuadro 2.6. Límites permisibles de características radiactivas (<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/127ssa14.html>)

CARACTERÍSTICA		LIMITE PERMISIBLE
Radiactividad global	alfa	0.1
Radiactividad global	beta	1.0

2.14. Muestreo para Análisis de Calidad de Agua

El valor de cualquier prueba de laboratorio depende del método de muestreo. Para que tenga significación los resultados, las muestras deben ser representativas del agua que se va a examinar (Departamento del Estado de Nueva York, 2007).

El mismo autor menciona lo siguiente:

2.14.1. Muestras para Exámenes Bacteriológicos

Para las muestras que se vayan a examinar bacteriológicamente, solamente deben usarse frascos limpios, de boca ancha de 180 ml de capacidad y con tapón esmerilado, de calidad pírex.

El vidrio corriente no resiste los repetidos calentamientos que se requieren para la esterilización y además puede impartir a una muestra la cantidad suficiente de álcali de tal modo que resulte bactericida.

Las muestras para exámenes bacteriológicos deben recogerse siempre en frascos esterilizados, pues la contaminación de los frascos impide una evaluación exacta de los resultados. La esterilización para este propósito se lleva a cabo calentando los frascos a 170 °C, durante una hora contado a partir del momento en el que la temperatura de la estufa haya llegado a los 170 °C.

Los frascos esterilizados para muestras bacteriológicas deben manejarse con cuidado para evitar contaminaciones. Deben evitarse las llaves con fugas, pues el agua que fluye sobre su superficie podría contaminar la muestra.

2.14.2. Muestras para Análisis Químicos

Los recipientes para la recolección de muestras destinadas al análisis químico deben estar limpios, pero no necesariamente esterilizados. Los lugares de donde deben obtenerse las muestras, dependen del propósito del examen y de la necesidad de obtener muestras representativas del agua que se vaya a examinar.

2.14.2.1. Muestras para el Control de Laboratorio de una Planta en Operación

Deben recolectarse muestras de agua cruda para determinar las características que se vayan a corregir mediante el tratamiento. Estas características fluctúan en grado diverso con las diferentes aguas y tienen una notable influencia sobre la operación de la planta.

2.14.2.2. Muestras para Determinar la Calidad del Agua

Es deseable, generalmente, recolectar muestras del agua tal como entra al sistema de distribución y varias muestras del sistema mismo.

El número de muestras que se tome del sistema varían según los recursos de que se disponga, del tamaño de la población servida y del propósito del examen que se vaya a hacer.

2.14.3. Necesidad de que las Muestras Sean Representativas

Las muestras deben ser representativas del agua que se va a examinar. Una muestra de agua cruda recolectada en la superficie de un depósito podría tener muy poca relación con el agua que se capte para la obra de toma. Si se usan llaves, el agua debe dejarse correr lo suficiente para vaciar el tubo de servicio y obtener una muestra que represente el agua en la tubería de distribución.

2.14.3.1. Frecuencia del Muestreo

Esta debe determinarse para cada abastecimiento y para cada planta potabilizadora. Conviene solicitar la ayuda del ingeniero sanitario de la localidad. Puede usarse como guía el siguiente cuadro, para el control de la calidad sanitaria del agua en el sistema de distribución, pero debe entenderse que se refiere al número mínimo aceptable de muestras. Puede observar la población y el número de muestras representativas para un determinado análisis (Cuadro 2.7).

Cuadro 2.7. Numero mínimo de muestras aceptables según la Población (Departamento del Estado de Nueva York, 2007)

Población servida	Numero mínimo de muestras mensuales
2500 o menos	1
10000	7
25000	15
100000	100
1000000	300
2000000	390
5000000	500

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar y Fecha de Establecimiento

El presente trabajo de investigación se realizó el 6 de Septiembre del 2009, tomando muestras del comedor y un dormitorio “Paraíso” localizadas en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, está se ubica geográficamente sobre las coordenadas 25° 21’ 5.67” Latitud Norte y 101° 01’ 58.78” Longitud Oeste con una altura sobre el nivel del mar de 1787 metros, en Buenavista, Saltillo, México.

3.2. Selección del Sitio de Muestreo

El primer sitio de muestreo que es el Comedor se encuentra a un costado del Edificio la Gloria, y el segundo que es el dormitorio Paraíso se encuentra frente al Departamento de Producción Animal, como se muestra en la figura 3.2.



Figura 3.2. Localización de Sitio de Muestreo

3.3. Materiales y Equipos

3.3.1. Materiales Utilizados:

EDTA RA (Sal di sódica), Ácido Clorhídrico A.C.S, Hidróxido de Amonio R.A, Caldo Verde Brillante Bilis al 2 porciento, Phenolphthalein indicator Merck, anaranjado de metilo Analit, ácido clorhídrico concentrado CTR Scientific, sal disódica del ácido etilendiamintetraacético $C_{10}H_{14}N_2Na_2O_8 \cdot 2H_2O$ CTR Scientific, hidróxido de amonio NH_4OH CTR Scientific, cloruro de amonio (gránulos) NH_4Cl , eriocromo negro T CTR Scientific, azul de hidroxinaftol A.C.S. Jalmeq Científica S.A. de C.V., caldo verde brillante bilis al 2 porciento BD Bioxon, hidróxido de potasio KOH (lenteja) CTR Scientific, botes de plástico de 2 L de taparosca, botes de plástico y de vidrio con tapa esterilizados de 50 mL, potenciómetro Russell RL060P portable, pH meter Thermo Electron Corporation, electrodo de pH Thermo Electron Corporation, soluciones buffer de pH 4, 7 y 10 buffer solution color coded CTR Scientific, estufa FELISA.

3.4. Procedimiento de Muestreo y Análisis

3.4.1. Muestreo para Análisis de Dureza

Las muestras de agua para análisis de dureza se tomaron en botes de plástico de 2 litros. El muestreo se realizó cuidadosamente, evitando que se contaminen el tapón, boca e interior del envase; se enjuagó el envase dos o tres veces con el agua de donde se muestreó, procediendo enseguida a tomar la muestra. Los envases no se llenaron a su totalidad, dejando aproximadamente un 10 porciento vacío, cerrándolos herméticamente y conservándolos a 4 ° C y en la oscuridad durante menos de 24 horas antes de su análisis de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (NOM-014-SSA1-1993) "Procedimientos Sanitarios para el Muestreo de Agua para Uso y Consumo Humano en Sistemas de Abastecimiento de Agua Públicos y Privados".

3.4.1.1. Determinación de Dureza

La dureza del agua se determinó utilizando la metodología del Manual del Laboratorio para Análisis Químicos Cuantitativos de la Universidad de Nebraska-Lincoln U.S.A. del mes de agosto de 2005 [Carr *et al.* (2005)]. Esta metodología va de acuerdo con la utilizada en la Norma Mexicana para análisis de agua – determinación de dureza total en aguas naturales, residuales y residuales tratadas NMX-AA-072-SCFI-2001.

Se preparó una solución 0.01 M de EDTA, 25 ml de la muestra de agua en estudio; se transfirió a un matraz Erlenmeyer de 250 ml, se añadieron 3 ml de solución buffer de amonía a pH 10 y una pequeña cantidad del indicador Eriocromo negro T sólido. La muestra se tituló con la solución de EDTA hasta que la solución roja cambió a azul. La titulación se repitió tres veces y se calculó la concentración promedio de $[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]$.

Para el análisis de calcio se colocaron tres porciones de 25 ml de muestra de agua en matraces Erlenmeyer de 250 ml y se añadieron 50 ml de agua destilada a cada matraz. Posteriormente se añadieron 10 gotas de KOH al 50 por ciento a cada solución y se agitó durante 2 minutos. Después se agregó una pequeña cantidad de azul de Hidroxinaftol sólido a cada solución y se tituló con la solución de EDTA previamente preparada hasta el punto final azul. Después de alcanzar el punto final aparente, cada muestra se dejó reposar por aproximadamente 2 minutos, agitándose ocasionalmente y terminándose de titular hasta el punto final azul.

3.4.2. Muestras para Análisis de Alcalinidad

Las muestras de agua para análisis de alcalinidad se tomaron en botes de plástico de 2 litros. El muestreo se realizó cuidadosamente, evitando que se contamine el tapón, boca e interior del envase; se tomó un poco del agua a analizar; se cerró el envase y se agitó fuertemente para enjuagar, desechando esa agua; efectuando operación dos o tres veces, enseguida se tomó la muestra a analizar. Los envases no se llenaron a su totalidad,

dejando aproximadamente un 10 por ciento vacío, cerrándolos herméticamente y conservándolos a 4 ° C y en la oscuridad durante menos de 24 horas antes de su análisis de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (NOM-014-SSA1-1993) “Procedimientos Sanitarios para el Muestreo de Agua para Uso y Consumo Humano en Sistemas de Abastecimiento de Agua Públicos y Privados”

3.4.2.1. Determinación de Alcalinidad

Para la determinación de la alcalinidad de las muestras de agua se empleó la metodología utilizada actualmente en el Manual de Laboratorio de Análisis Cuantitativo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro [Castro *et al.* (2008)]. Dicha metodología va de acuerdo con la Norma Mexicana para análisis de agua – determinación de acidez y alcalinidad en aguas naturales, residuales y residuales tratadas (NMX-AA-036-SCFI-2001).

A una muestra de 100 ml de agua se le agregaron unas gotas de solución de fenolftaleína, si la muestra se colorea, se titulaba con ácido clorhídrico valorado hasta que cambie a incolora anotando cuidadosamente la cantidad de ácido gastado. Con el volumen de ácido gastado se calculó la alcalinidad parcial. Posteriormente en el mismo matraz se le agregaron unas gotas de solución de anaranjado de metilo y se tituló con el mismo ácido hasta lograr el ver el cambio del indicador a rojo – canela. Con el volumen de ácido gastado se calculó la alcalinidad total.

3.4.3. Muestreo para Análisis Bacteriológico

El muestreo de agua para análisis bacteriológico se llevó a cabo en frascos de vidrio de boca ancha con tapón esmerilado o tapa roscada esterilizados o frascos de polipropileno esterilizados, se tomó la muestra cuidadosamente para evitar contaminación, manteniendo el frasco cerca del grifo y el tapón del frasco hacia abajo, tomando la muestra sin perder tiempo y sin enjuagarlo; dejando espacio libre requerido para la agitación de la

muestra previa al análisis (aproximadamente 10 por ciento de volumen del frasco). Efectuada la toma de muestra se cerró herméticamente el recipiente, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (NOM-014-SSA1-1993) “Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados”

3.4.3.1. Determinación de Bacterias Coliformes

Para la detección de bacterias Coliformes se utilizó la técnica empleada actualmente en el Manual de Laboratorio de Microbiología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (Sustaita *et al.*, 2009). Dicha técnica va de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-112-SSA1-1994), Bienes y Servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable.

Para la preparación del medio, se disolvieron 40 gramos del polvo de caldo verde brillante bilis al 2 por ciento en un litro de agua destilada, este medio se distribuyó en tubos de ensaye en proporciones de 10 mililitros. Se llenó una campana de Durham dentro de cada tubo, después se taparon los tubos con algodón y se pusieron a esterilizar en una olla de presión a una temperatura de 121 °C durante 15 minutos. Terminado esto se dejó enfriar y se agregaran un mililitro de muestra a examinar con una micropipeta con puntillas esterilizadas en un área también esterilizada.

Posteriormente se introdujeron los tubos en la estufa a una temperatura de 35 ±2 °C durante 24-48 horas. Si transcurridas las 24-48 horas las campanas de Durham presentaban una burbuja de aire o si el medio presenta turbidez indicará la presencia de Coliformes. Se realizaron tres repeticiones de cada muestra y un testigo, el cual se tomó de una laguna de agua residual.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

En este capítulo se discutirán los parámetros de la calidad de agua, donde se graficarán y se obtendrán valores máximos y mínimos; los parámetros de calidad del agua se compararán con la 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"; a los parámetros de dureza y alcalinidad se les obtendrá la desviación estándar y el intervalo de confianza con t de estudiante para dos grados de libertad y con 95 por ciento de nivel de confianza $t=4.303$.

4.1. Parámetros de Calidad del Agua

4.1.1 Dureza Cálctica

La determinación de la dureza cálcica aunque no aplica en la Norma Oficial Mexicana, es de gran importancia ya que el calcio forma parte de la dureza del agua. En el cuadro 4.1 se muestra el resultado del análisis de las diferentes muestras y en la figura 4.1 se muestran las diferencias de contenido de dureza cálcica entre el comedor y el dormitorio. Se observa que el dormitorio presenta mayor dureza cálcica comparada con el comedor.

Cuadro 4.1. Comparación de la dureza cálcica de las diferentes muestras.

Muestra	Ca ²⁺ (mol/l)	σ	Intervalo de confianza
Comedor Universitario	0.0000186	0.00000248	0.0000125 μ 0.0000248
Dormitorio "Paraíso"	0.0000215	0	0



Figura 4.1. Valores de Dureza Cálcica

4.1.2. Dureza Magnésica

La determinación de la dureza magnésica aunque no aplica en la norma, es de gran importancia ya que el magnesio forma parte de la dureza del agua. En el cuadro 4.2 se muestra el resultado del análisis de las diferentes muestras y en la figura 4.2 se muestran las diferencias de contenido de dureza magnésica entre el comedor y el dormitorio. Se puede observar que el dormitorio presenta mayor dureza magnésica.

Cuadro 4.2. Comparación de la dureza magnésica de las diferentes muestras.

Muestra	Mg ²⁺ (mol/l)	Σ	Intervalo de confianza
Comedor Universitario	0.00000143	0.00000248	-0.0000047 μ 0.0000076
Dormitorio "Paraíso"	0.0000229	0.0000124	-0.0000079 μ 0.0000053

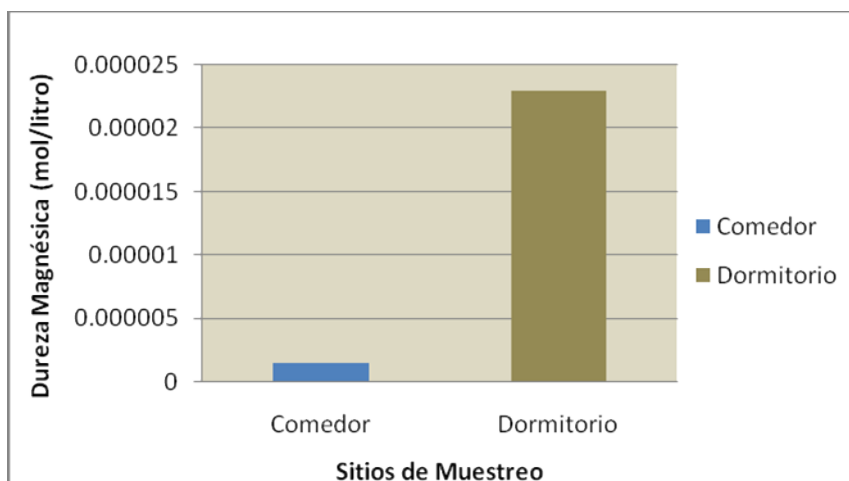


Figura 4.2. Valores de Dureza Magnésica

4.1.3. Dureza Total

Los resultados de la determinación de dureza total en las muestras de agua del Comedor Universitario y el dormitorio “Paraíso” se pueden observar en el cuadro 4.3 y en la figura 4.3 se muestran las diferencias de dureza, éstos se encuentran dentro de los límites máximos permisibles comparándolos con la NOM-127-SSA1-1994 que da un límite permisible de 500 mg/l.

Cuadro 4.3. Comparación de la dureza de las muestras, con la NOM-127-SSA1-1994.

Muestra	Dureza total en ppm CaCO_3	σ	Intervalo de confianza	NOM-127-SSA1-1994
Comedor Universitario	2.0086	0.2484	1.39 μ 2.6	500
Dormitorio “Paraíso”	4.4476	1.2424	1.36 μ 7.53	500

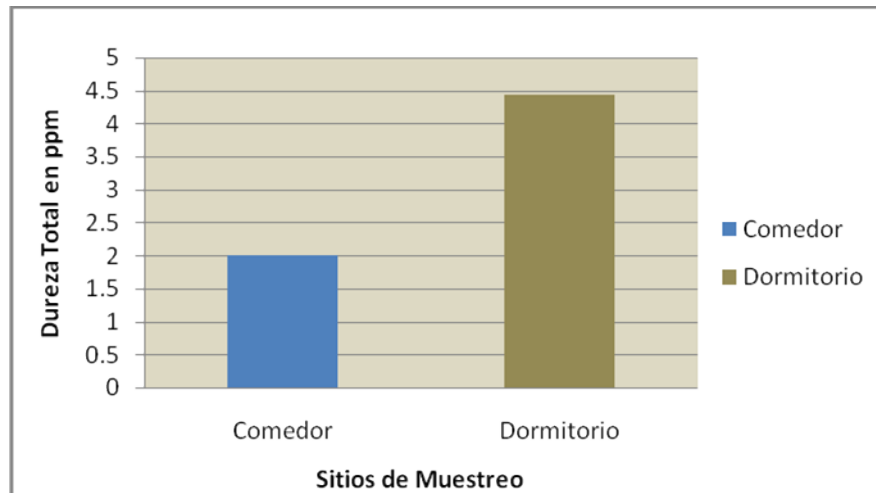


Figura 4.3. Valores de Dureza total

4.1.4. Alcalinidad Total

El resultado de los análisis de las muestras de alcalinidad no aplica a la NOM-127-SSA1-1994; pero comparándola con la NOM-041-SSA1-1993 “Bienes y Servicios Agua Purificada envasada, Especificaciones Sanitarias”; los resultados de las muestras están dentro de los límites permisibles de esta norma, ya que el límite máximo es de 300 mg/l. En el cuadro 4.4 se pueden observar los resultados del análisis y en la figura 4.4 se muestran las diferencias de alcalinidad de las muestras entre el comedor y el dormitorio, éste último presenta mayor alcalinidad.

Cuadro 4.4 Alcalinidad total

Muestra	Alcalinidad parcial en ppm CaCO ₃	σ	Intervalo de confianza	NOM-041-SSA1-1993
Comedor Universitario	13.9712	0.8344	11.89 μ 16.04	300
Dormitorio “Paraíso”	19.4313	0.2781	19.15 μ 19.79	300

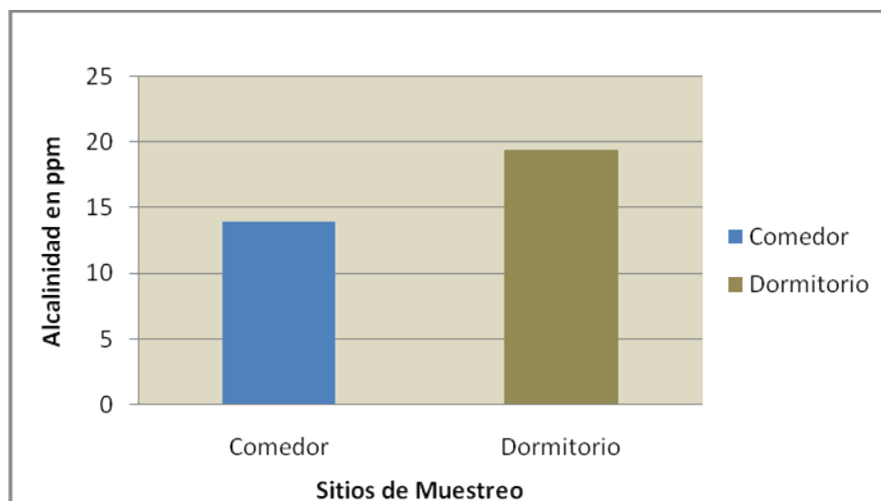


Figura 4.4. Valores de Alcalinidad

4.1.5. pH

Los límites de pH máximos permisibles que establece la NOM-127-SSA-1994 son de 6.5 a 8.5 unidades y comparándolo con el máximo medido en los muestreos que fue de 7.14 unidades se encuentra dentro del límite permitido como se aprecia en el cuadro 4.5.

Cuadro 4.5. Valores de pH.

Muestra	pH	NOM-127-SSA-1994
Comedor Universitario	6.59	6.5-8.5
Dormitorio "Paraíso"	7.14	6.5-8.5

4.1.6. Detección de Bacterias Coliformes

El resultado de los análisis de detección de bacterias coliformes en las muestras en comparación con la NOM-127-SSA-1994, indica que las dos muestras se encuentran dentro de los límites permisibles de la norma oficial mexicana, ya que éstas no mostraron presencia de bacterias, mientras que la muestra que se tomó como testigo que fue el de la laguna de aguas residuales mostró presencia de bacterias coliformes; en el cuadro 4.6 se pueden observar los resultados obtenidos.

Cuadro 4.6. Detección de Bacterias Coliformes

Muestra	Coliformes	NOM-127-SSA-1994
Comedor Universitario	No detectable	2 NMP/100 ml 2 UFC/100 ml
Dormitorio "Paraíso"	No detectable	2 NMP/100 ml 2 UFC/100 ml

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados de los análisis de dureza, las muestras del Comedor Universitario y el dormitorio "Paraíso", están dentro de los límites permisibles especificados en la NOM-127-SSA1-1994, ya que éstas presentaron muy poca dureza comparada con el límite permisible de la Norma oficial Mexicana que es de 500 mg/l y la dureza máxima que se obtuvo fue de 4.4476 mg/l de CaCO_3 que pertenece a la muestra del dormitorio.

Los resultados del análisis de alcalinidad de las muestras están dentro de los límites permisibles de acuerdo a la NOM-041-SSA1-1993, para esta norma las especificaciones máximas de alcalinidad total como CaCO_3 son 300 mg/l.

Los resultados de pH de las muestras, se encuentran dentro de los límites permisibles de la NOM-127-SSA1-1994 con límite de 6.5-8.5, ambas muestras se encuentran dentro de este rango ya que el mayor pH fue de 7.14.

Ninguna de las muestras presentó bacterias coliformes detectables, por lo que se puede concluir que las muestras están dentro de los límites permisibles de la NOM-127-SSA1-1994 ya que esta norma da como límite 2 UFC/100 ml y 2 NMP/100 ml.

En base a lo resultados obtenidos de los análisis de las muestras de agua se concluye que para los parámetros determinados son aptas para consumo humano ya que cumple con los límites permisibles de la NOM-127-SSA1-1994.

Además se recomienda hacer un monitoreo frecuente de la calidad del agua, esto con la finalidad de detectar posibles fluctuaciones y de esta forma evitar probables daños a la salud en los consumidores.

También se recomienda hacer análisis de otros parámetros de calidad, ya que los analizados en este trabajo solo fueron algunos de los parámetros que la NOM-127-SSA1-1994 menciona para la calidad de agua.

VI. LITERATURA CITADA

- Bouguerra, M. . 2005. Las Batallas del Agua, por un bien común de la Humanidad. Editorial Popular S. A. España. pg. 163.
- Carabias, J. .2005. “Agua, Medio Ambiente y Sociedad, Hacia la Gestión Integral de los Recursos Hídricos en México”, UNAM, COLMEX, FGRA, pg. 33.
- Castro ,N., et al. 2008. Manual de Prácticas de Laboratorio de Química. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Mexico.pag 10-15.
- Departamento de sanidad del estado de Nueva York .2007.Manual de tratamiento de aguas. Editorial Limusa, S.A de C.V. Grupo Noriega Editores. México D.F, págs. 11-16,169-178,183-185.
- Jiménez, B. . 2008. Calidad de Agua Residual de la Colonia Eulio Gutiérrez .Treviño, Saltillo, Coahuila. Tesis de Licenciatura UAAAN.pg. 18.
- García, R. . 1992. Contaminantes Tóxicos Prioritarios en el Agua. Primera edición .Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco México. pg. 11.
- Garza, R. .2008. Escasez de Agua en Zonas Áridas. Editorial Font S.A. Monterrey N.L., México. pg.13.
- Jacobo, M., et al. 2004. La Gestión del Agua en México: Los Retos para el desarrollo Sustentable. Primera Edición. Editorial Miguel Ángel Porrúa. México, D.F. págs. 15-25.
- Jiménez, A. . 2007. Agua para el Desarrollo, Mas Agua para Todos. Tercera edición. Puebla, México, págs. 5-27.
- Ramírez, R. . 2008. Determinación de la Calidad del Agua Residual de la Residencia Estudiantil de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Tesis de Licenciatura UAAAN.pg.13.
- Seoanez, M. . 1999. Aguas Residuales: Tratamiento por humedales artificiales. Colección Ingeniería del medio ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. España, págs. 59-63.

Paginas de Internet consultadas

Comisión Nacional del Agua (CNA). 2008. Agua en el mundo.

Disponible en: <http://www.cna.gob.mx/Espaniol/TmpContenido.aspx?id=712f904d-5122-48e5-94f6-22b3972b422a|Agua%20en%20el%20mundo|0|0|281|0|0>

CNA. 2008. Agua y Salud.

Disponible en: <http://www.conagua.gob.mx/Espaniol/TmpContenido.aspx?id=b1c89ddc-699c-47f385d904d9043458ca|%20%20Agua,%20salud%20y%20medio%20ambiente|0|0|282|0|0>

CNA ,2008. Disponibilidad de Agua.

Disponible en: http://www.conagua.gob.mx/Espaniol/GoogleBP.aspx?cx=005034753689622933206%3Aj2ysx_s4ipy&cof=FORID%3A9&ie=UTF 8&q=agua+disponible+en+mexico&sa=lr#1090

CNA, 2008, Estadísticas de Agua en México ¿Cuánta Agua Tenemos?.

Disponible en: http://www.elecologista.com.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=25&Itemid=29

CNA.2008. Usos del Agua.

Disponible en: <http://www.conagua.gob.mx//Espaniol/TmpContenido.aspx?Id=35fc066b-084c-45a4-975c-ae6f9c2660b1|%20%20%20%20%20%20%20%20ACERCA%20DEL%20AGUA|2|0|0|0>.

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2005.

Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua.

Disponible en: http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_R_AGUA05_01&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_me

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.

Disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/127ssa14.html>

ANEXOS

Cuadro 7.1. Determinación de Calcio de la Muestra de Agua del Comedor

COMEDOR	REP1	REP2	REP3	PROMEDIO
Vol. EDTA en ml(Gastados en titulación)	0.04	0.04	0.05	
Vol EDTA lts (Gastados en titulación)	0.00004	0.00004	0.00005	
Vol muestra en lts	0.025	0.025	0.025	
Concentración EDTA en moles/l	0.010751	0.010751	0.010751	
Resultado: en moles/ litro de muestra	1.7202E-05	1.7202E-05	2.1502E-05	1.86E-05

Cuadro 7.2. Determinación de Calcio de la Muestra de Agua del Dormitorio

DORMITORIO	REP1	REP2	REP3	PROMEDIO
Vol. EDTA en ml (Gastados en titulación)	0.05	0.05	0.05	
Vol. EDTA lts (Gastados en titulación)	0.00005	0.00005	0.00005	
Vol. muestra en lts	0.025	0.025	0.025	
Concentración EDTA en moles/lt	0.010751	0.010751	0.010751	
Resultado: en moles/ litro de muestra	2.1502E-05	2.1502E-05	2.1502E-05	2.15E-05

Cuadro 7.3. Determinación de Calcio y Magnesio de las muestras de Agua del Comedor y dormitorio.

COMEDOR	RI	R2	R3	PROMEDIO
Vol. EDTA en ml (Gastados en titulación)	0.04	0.05	0.05	
Vol. EDTA lts (Gastados en titulación)	0.00004	0.00005	0.00005	
Vol. muestra en ml	25	25	25	
Concentración EDTA en moles/lit	0.010751	0.010751	0.010751	
Pm CaCo3	100.0869	100.0869	100.0869	
Resultado: en micro gramo/ml de muestra o ppm	1.72165482	2.15206852	2.15206852	2.008597289
DORMITORIO	RI	R2	R3	
Vol. EDTA en ml (Gastados en titulación)	0.12	0.07	0.12	
Vol. EDTA lts (Gastados en titulación)	0.00012	0.00007	0.00012	
Vol. muestra en ml	25	25	25	
concentración EDTA en moles/lit	0.010751	0.010751	0.010751	
Pm CaCo3	100.0869	100.0869	100.0869	
Resultado: en micro gramo/ml de muestra o ppm	5.16496446	3.01289593	5.16496446	4.447608283

Cuadro 7.4. Determinación de Alcalinidad Parcial y Total de la Muestra de Agua del Comedor.

COMEDOR	R1	R2	R3	Promedio
Alcalinidad Parcial en ppm	0	0	0	
Alcalinidad Total en ppm	13.0077439	14.4530488	14.4530488	13.9712805

Cuadro 7.5. Determinación de Alcalinidad Parcial y Total de la Muestra de Agua del Dormitorio.

DORMITORIO	R1	R2	R3	Promedio
Alcalinidad Parcial en ppm	0	0	0	
Alcalinidad Total en ppm	19.2707317	19.7525	19.2707317	19.43132116

