

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS  
DIVISION DE POSTGRADO



EL AGUA Y LA SOCIEDAD:  
ABASTECIMIENTO Y CONTAMINACION DEL  
AGUA EN EL AREA METROPOLITANA  
DE MONTERREY, N. L.

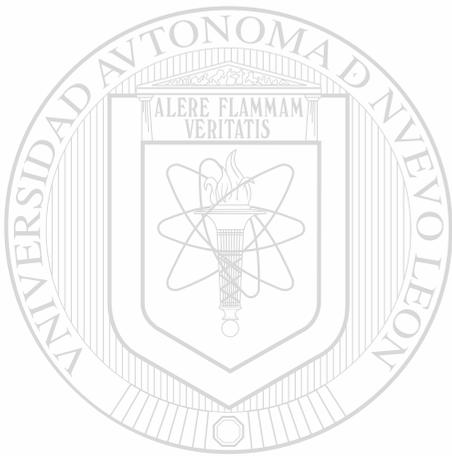
POR:  
CELINA MARITZA DE LA GARZA GARZA

Como requisito parcial para obtener el Grado de  
MAESTRIA EN METODOLOGIA  
DE LA CIENCIA

SEPTIEMBRE 1998



1020123766



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS**

**DIVISIÓN DE POSTGRADO**



**EL AGUA Y LA SOCIEDAD:  
ABASTECIMIENTO Y CONTAMINACIÓN DEL  
AGUA EN EL ÁREA METROPOLITANA  
DE MONTERREY N.L.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**CELINA MARITZA DE LA GARZA GARZA.**

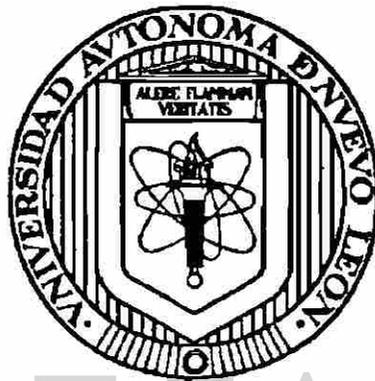
**Como requisito parcial para obtener el Grado de  
MAESTRIA EN METODOLOGÍA  
DE LA CIENCIA**

**Septiembre de 1998**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS**

**DIVISIÓN DE POSTGRADO**



**EL AGUA Y LA SOCIEDAD:  
ABASTECIMIENTO Y CONTAMINACIÓN DEL  
AGUA EN EL ÁREA METROPOLITANA  
DE MONTERREY N.L.**

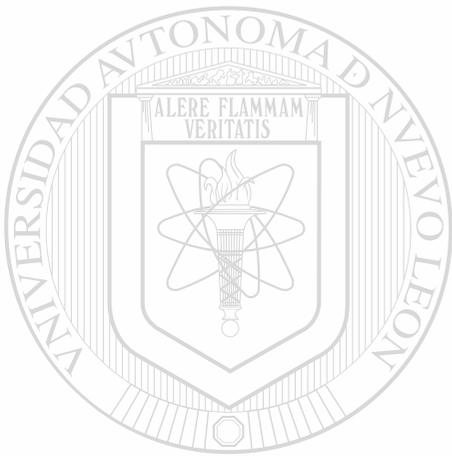
**Por**  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**CELINA MARITZA DE LA GARZA GARZA.**

**Como requisito parcial para obtener el Grado de  
MAESTRIA EN METODOLOGÍA  
DE LA CIENCIA**

**Septiembre de 1998**

*A mi esposo Juan Antonio y a mis hijas Celina M y Jocelin B. a quienes tanto tiempo de mi personal dedicación les resto la preparación de esta tesis.*



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## AGRADECIMIENTOS

*A la Dra. Esthea Gutiérrez Garza por la dirección, asesoría y atenciones brindadas en el desarrollo de la presente Tesis, doy mi más sincero agradecimiento.*

*Al Lic. José Ma. Infante Bonfiglio y al Lic. Miguel de la Torre Gamboa por la revisión e integración de este trabajo.*

*A la M.C. Dolores Guerra Alvarez jefa del Lab. Químico de la Comisión Nacional del Agua por la información proporcionada y por su asesoría de los análisis Fisicoquímicos.*

*Al Q.B.P. Arturo Espinoza Mata jefe del Lab. De Microbiología Médica y Sanitaria de la F.C.B. de la U.A.N.L. por la revisión y asesoría de los análisis Bacteriológicos.*

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

*A la Lic. Elizabeth Cerda Andrade jefa del Departamento Cultura del Agua, quien me proporcionó información para la realización del presente.*

*Y a todas aquellas personas que en una forma directa o indirecta colaboraron en la elaboración de esta tesis mi más profundo agradecimiento.*

## INDICE

### **EL AGUA Y LA SOCIEDAD: ABASTECIMIENTO Y CONTAMINACIÓN DEL AGUA EN EL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY**

Presentación .....	p. 1
Introducción .....	5
Resumen.....	16
<b>I. ANÁLISIS FISCOQUÍMICO EN LA CUENCA DEL RÍO SAN JUAN .....</b>	<b>19</b>
1.1 Porque evaluar los parámetros Fisicoquímicos y Bacteriológicos .....	23
1.2 Parámetros Físicos .....	24
1.3 Parámetros Químicos .....	27
1.4 Análisis y Resultados .....	35
<b>II. ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO EN LA CUENCA DEL RÍO SAN JUAN .....</b>	<b>43</b>
2.1 Origen de las Aguas Residuales y de los Desechos .....	44
2.2 Composición Biológica de las Aguas residuales .....	47
2.3 Principales contaminantes del agua .....	54
2.4 Análisis y Resultados .....	57

<i>III. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</i> .....	60
3.1 Situación del Área Metropolitana de Monterrey .....	62
3.2 Tratamientos de Aguas .....	66
3.3 Tratamiento Preliminar .....	69
3.4 Tratamiento Primario .....	72
3.5 Tratamiento secundario .....	76
3.6 Tratamientos Avanzados .....	81

<i>IV EL AGUA EN EL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY: SU IMPACTO SOCIAL, POLÍTICO Y ECONÓMICO.</i> .....	85
---------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

4.1 Cronología de la Influencia del Agua en el desarrollo de Monterrey .....	88
4.2 Impacto Social .....	100
4.3 Impacto Político .....	104
4.4 Impacto Económico .....	108
4.5 Consecuencias .....	112

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Conclusiones .....	114
Tablas .....	126
Gráficas .....	140
Bibliografía .....	148

## ***PRESENTACIÓN***

Debido a que el agua es un recurso del que necesitamos todos los días y esencial para vivir, consideré importante el saber de donde se obtiene este recurso, que se hace para abastecerlo, cual es el grado de cultura nuestro en cuanto al uso del mismo, que hacemos para tener suficiente disposición, que se hace con el agua que desechamos, etcétera, por lo que decidí tomar como tema de mi tesis EL AGUA Y LA SOCIEDAD. Esto también fundamentado en los diferentes problemas sociales y políticos que han surgido en los últimos años en torno a la problemática del agua.

Este estudio está enfocado básicamente a la zona de Monterrey y su área Metropolitana y para el recabar la información necesaria para cada uno de los temas tratados fue necesario recurrir a diferentes dependencias gubernamentales tales como Agua y Drenaje (A y D), Comisión Nacional del Agua (C.N.A), Secretaría de Recursos Hidráulicos (S.R.H.), Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), así como a diferentes bibliotecas de la localidad.

### **DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS**

Básicamente, para la realización de este estudio se trabajó en diferentes etapas las cuales son:

- a) Conocer cuales son las fuentes de abastecimiento del agua para Monterrey y su área metropolitana. (Capítulo 3)
- b) Como se recolecta el agua de las presas. (Capítulo 3)
- c) Cual es el grado de contaminación de los ríos que conducen el agua a las presas. (Capítulos 1 y 2)

- d) Como y que se hace para recuperar las aguas de desecho. (Capítulo 3)
- e) Conocer la demanda y disponibilidad del agua. (Capítulo 4)
- f) Analizar los impactos económicos, políticos y sociales originados como consecuencia de las actividades realizadas para satisfacer la demanda del agua (Capítulo 4)

Podemos observar que actualmente se ha adquirido una mayor conciencia en general de toda la población en el aspecto ecológico, y más últimamente al grado de implementar leyes para prevenir la contaminación.

Dentro de los problemas medioambientales actuales, la degradación (pérdida paulatina de las propiedades de una sustancia o compuesto) del agua es considerada como uno de los más graves de todos.

Actualmente se afronta un problema de vital importancia para los seres humanos, que es la escasez del agua, este problema a crecido en los últimos años en una forma exponencial afectado básicamente por varios factores entre los cuáles podemos mencionar:

- ⇒ Incremento en la demanda de agua.
- ⇒ Disminución en el nivel de precipitaciones.
- ⇒ Contaminación del agua.

En algunos casos el control de estos factores son factibles para el ser humano, pero en otros están fuera de su alcance el poder controlarlos.

El objetivo de la presente tesis se puede resumir en los siguientes puntos:

Analizar y evaluar en forma general, la problemática existente en la actualidad con respecto al abastecimiento de agua en el área metropolitana de Monterrey, su impacto social, económico y político considerando los factores que influyen en la demanda y en el abastecimiento de la misma. Para lograr lo anterior dividimos este objetivo en cuatro objetivos específicos:

a.-) Evaluar el grado de contaminación de las aguas de la cuenca del Río San Juan mediante la evaluación de parámetros Físicoquímicos tales como: Conductividad, Sólidos, Ph, Alcalinidad, Cloruros, Sulfatos, Dureza, Oxígeno Disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno

b.-) Evaluar el grado de contaminación de las aguas de la cuenca del Río San Juan desde el punto de vista bacteriológico.

c.-) Describir en forma general las diferentes etapas involucradas en el tratamiento de aguas residuales y el funcionamiento de cada una de ellas.

d.-) Analizar el impacto social, político y económico originado por la demanda del agua.

Así mismo, pretendemos dentro de esta tesis el validar ciertas hipótesis que hemos planteado y que son las siguientes:

Debido a que algunas las afluentes del Río San Juan son utilizadas con fines de riego y otras de con fines de potabilización, deberá existir una diferencia en los índices de contaminación de cada una de ellas.

Las aguas de las afluentes del Río San Juan cuyo uso es el de potabilización deberán de cumplir con las Normas de Calidad establecidas para este tipo de aguas.

Todas las aguas residuales del área metropolitana de Monterrey son tratadas antes de enviarlas a los ríos.

El gobierno ha tomado acciones para poder satisfacer el abastecimiento del agua.

La población del área metropolitana de Monterrey ha adquirido conciencia en el uso del agua, por lo que la demanda del liquido no es proporcional al crecimiento demográfico.

## **INTRODUCCIÓN:**

La demanda de agua por parte de la humanidad ha ido en constante aumento, como consecuencia del crecimiento de la población y de su actividad económica. Los datos a este respecto son espectaculares. La población mundial ha crecido en lo que va del siglo en 2.2 veces, mientras que el consumo de agua se ha multiplicado por 7. El agua consumida para el año 2015 será 20 veces mayor que a principios de este siglo. <sup>1</sup>

En términos comparativos, podemos afirmar que a medida que aumenta el proceso de urbanización de los países, el porcentaje de agua utilizada por la agricultura disminuye, mientras que aumenta el correspondiente a la industria, especialmente en la producción de energía y las necesidades de la población en general.

Para poder cubrir las demandas de agua cada vez mayores, el hombre se ha visto obligado a transportar este recurso a través de grandes distancias. Las presas de almacenamiento, los acueductos y canales, las perforaciones de pozos, las canalizaciones y derivaciones de los ríos, además de las redes urbanas de distribución, son parte de la costosa infraestructura que se va construyendo sobre la superficie terrestre para poder conducir agua a donde se necesita.

Todas las aguas continentales y marítimas recorren un camino que se conoce con el nombre de ciclo hidrológico<sup>2</sup>. Gracias a la energía solar, el

<sup>1</sup> Biosfera. Revista de la Asociación Mexicana contra la Contaminación del Agua y del Aire. A.C.

<sup>2</sup> Compton's New Media, Inc. The Water Cycle.

agua sufre transformaciones en sus diferentes estados físicos; el agua de los mares y lagos por efecto del calor del sol se evapora y pasa a formar parte de la atmósfera, a ésta se agrega la evaporación del agua del suelo y la transpiración de las plantas. El vapor de agua forma en la atmósfera las nubes, las cuales al llegar a las capas más altas se enfrían lo suficiente para condensarse. Las nubes pueden permanecer en los océanos o penetrar tierra adentro, donde descargan el agua en forma de lluvia, granizo o nieve.

Parte del agua se infiltra en la tierra, donde es absorbida por las plantas o bien, pasa a capas más profundas donde forma depósitos subterráneos y, otra parte escurre por la superficie de la tierra, formando ríos o arroyos, los cuales desembocan en el mar. De esta manera la tierra mantiene una cantidad de líquido más o menos constante.

### ***El agua y la organización social.***

Si nos remontamos en la historia, podemos ver que el agua ha sido siempre un elemento determinante en la evolución de la sociedad. El nómada de la prehistoria busca las riberas de los ríos para aprovisionarse de agua y aprovechar los vados, donde los animales acuden a beber, para hacer el blanco de sus cacerías.

Con la aparición de la agricultura, la gran conquista de la humanidad, el hombre se hace sedentario y se agrupa cerca de los ríos y manantiales.

Adentrados ya en las primeras civilizaciones de nuestra historia, vemos que las grandes culturas se establecen en los valles fértiles de los ríos de África y Asia; Egipto en el Nilo, Mesopotamia en el Tigris y el Eufrates, China en

el Amarillo y la India en el Nilo y el Ganges.

Aunque desconocemos muchos de los avances tecnológicos de las culturas de Mesoamérica, podemos afirmar la gran importancia que tenía el agua para ellas. Independientemente de su grado de civilización, su desarrollo está vinculado a la producción agrícola.

Por ello, la disponibilidad de agua para irrigación es uno de los factores fundamentales en la localización de agrupamientos urbanos.

### ***La evolución de la sociedad y el agua.***

La Revolución industrial iniciada a mediados del siglo XIX, a raíz de los grandes avances de la ciencia y la tecnología, modifica substancialmente las relaciones socioeconómicas y los patrones de desarrollo que prevalecen hasta el momento. De una sociedad rural comenzamos a ser una sociedad urbana industrializada.

---

En el siglo XX, debido al avance tecnológico, algunas ciudades se transforman en urbes modernas que encierran un conglomerado de actividades. El aumento de la población urbana se hace patente en todo el mundo, sumándose al crecimiento natural, el resultado de las migraciones masivas del campo a la ciudad. A este crecimiento poblacional, se agrega el incremento de las plantas industriales y los servicios, con lo que las ciudades se convierten en concentraciones consumidoras de recursos naturales. Uno de los más importantes para la supervivencia de las comunidades humanas, y en general para el desarrollo de los países, es el agua.

### ***Fuentes de abastecimiento.***

Para dotar a la población del preciado líquido en forma continua, adecuada y a costo razonable, se cuenta con sistemas de abastecimiento de agua.

El agua disponible para abastecimiento puede ser de origen subterráneo, superficial o bien producto de la captación directa de aguas pluviales. Es natural que estas aguas lleven consigo sustancias en solución y suspensión, además de microorganismos, debido al contacto con el aire y el suelo. A fin de asegurar la buena calidad del agua y la preservación de la misma es preciso elegir con cuidado la fuente de abastecimiento y protegerla convenientemente.

En algunas zonas, las aguas de lluvia interceptadas por los techos de las casas, se almacena en depósitos superficiales o subterráneos, lo que obliga a una adecuada protección de estos contra toda posible contaminación.

---

Las aguas superficiales son las que mayor problema presentan en cuanto a calidad, debido a que en su curso pueden ser contaminadas por diferentes medios. La captación de este tipo de aguas, se lleva a cabo en forma directa por medio de diques, obras de toma y estaciones de bombeo.

Las aguas subterráneas constituyen depósitos importantes para el abastecimiento de este líquido, debido a que generalmente no requieren tratamiento, su temperatura es uniforme, la captación resulta barata, sus volúmenes disponibles son más constantes y las sequías prácticamente no les afecta.

### ***Contaminación y degradación ambiental.***

El continuo desarrollo económico y social que experimenta el país o la sociedad, tiene una enorme repercusión en la contaminación del agua.

La tecnología que aplican los países para su desarrollo crece con mayor velocidad que la tecnología que aplica para la corrección de los problemas como es la contaminación del agua.

El agua es una parte del ambiente en que vive el hombre, de allí que, la solución de los problemas ecológicos es muy difícil porque existen una serie de fuerzas que las gobiernan y que no solo pertenecen al campo sanitario.

La contaminación del agua consiste en el deterioro de la calidad del ambiente, debido a la introducción de impurezas. El humo contamina el aire, las aguas negras contaminan las corrientes, la chatarra contamina el suelo. Sin embargo, los efectos que la contaminación produce en el bienestar humano o en la economía pueden ser objeto de gran desacuerdo.<sup>3</sup>

La fuente esencial del agua potable es la lluvia, utilizada en pocas ocasiones como fuente directa. Cuando llueve en abundancia, el agua corre por arroyos, y cuando llueve con menos intensidad, se filtra en el suelo a través de los estratos porosos hasta encontrar un estrato impermeable en el que el agua se acumula, formando depósitos subterráneos. El agua subterránea alimenta fuentes y manantiales, que a su vez proporcionan agua a ríos, arroyos y lagos. En su discurrir, el agua subterránea disuelve minerales solubles, y a menudo las aguas superficiales de lagos y ríos está

contaminada por desechos industriales y actividades de depuración. En los modernos sistemas de abastecimiento de aguas, suelen convertirse cuencas enteras en reservas para controlar la contaminación.<sup>4</sup>

Los desperdicios productos de la vida urbana, sea esta doméstica, agrícola, recreativa e industrial que no son adecuadamente dispuestos ocasionan en el agua alteraciones físicas, químicas y biológicas, deteriorando en esa forma los recursos naturales.

Por otra parte, poco se conoce acerca de las implicaciones a largo plazo que significan exponer al hombre a bajas dosis o concentraciones de sustancias tóxicas, en lo que respecta a sus reacciones fisiológicas y psicológicas.

La contaminación del agua<sup>5</sup>, en términos generales, se debe principalmente a la presencia de sólidos en suspensión, sustancias tóxicas, cargas orgánicas y al calor.

Las aguas negras son una mezcla relativamente diluida de numerosas clases de desperdicios de habitaciones e industriales que es conveniente y económico transportarlos por agua.

Los sólidos en suspensión producen la reducción de la penetración de la luz en el agua. La luz es importante en el proceso de fotosíntesis que aporta oxígeno y sustituye al que es reducido por la respiración de los animales

<sup>3</sup> Writtes.Janet, Turk.J., 1984: Tratado de Ecología, 2da Edición, Editorial Interamericana

<sup>4</sup> Enciclopedia Microsoft Encarta 98, 1993-1997. Microsoft Corporation.

<sup>5</sup> Cardona Patricia, Martínez de la Torre, Carlos, La Contaminacion del Agua, Su origen. Syntex de México

acuáticos.

No siempre la contaminación del agua se debe únicamente a la carga orgánica, hay sustancias químicas que producen alteraciones en el medio acuático.

Si bien el desarrollo ha otorgado beneficios a la sociedad, también ha ocasionado algunos problemas, como la contaminación de los recursos naturales, a causa de su explotación, muchas veces en forma irresponsable.

El agua puede contaminarse en forma natural o por la actividad del hombre, mediante residuos industriales, aguas negras u otras sustancias. Existen diversos tipos de desechos que pueden contaminarla en mayor o menor grado: los biodegradables como aguas negras, sustancias y productos naturales; los no degradables como plásticos, latas, detergentes y otros productos de difícil descomposición elaborados por el hombre; por último, los desechos tóxicos, tales como metales pesados, sustancias radiactivas, plaguicidas y diversos compuestos químicos, industriales y agrícolas de alta toxicidad.

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Para evitar la contaminación, es necesario que las aguas con sustancias químicas provenientes de las industrias y las aguas negras de la ciudad, sean tratadas de acuerdo con el tipo de elemento que contienen, antes de que se incorporen a los ríos, lagos o mares.

Si bien el agua tiene una capacidad natural de autopurificación, ésta es limitada, al rebasarla se corre el riesgo de que la cantidad de agua contaminada sea cada vez mayor.

El uso del agua implica algún nivel de contaminación. Actualmente la

cantidad de agua que se consume está superando las medidas de tratamiento puestas en marcha, las cuales han demandado grandes cantidades de dinero para construir plantas y operarlas. De ahí el mal estado en que encontramos algunos de nuestros ríos, lagos o mares.

Por otro lado, la reutilización de grandes volúmenes de aguas de desecho tratadas para el riego y consumo en el campo, presenta ventajas y desventajas. Entre las primeras está la fertilización de los suelos que se irrigan con ellas y la posibilidad de tener áreas agrícolas en zonas donde la lluvia es muy escasa. Entre las desventajas tenemos el riesgo de diseminar sustancias dañinas que pueden afectar el equilibrio ambiental y transmitir enfermedades por el contacto directo con estas aguas.

Las aguas residuales<sup>6</sup> están formadas básicamente por las aguas de desecho doméstico y de desecho industrial.

La expresión “ desecho industrial “ se aplica específicamente a los desechos

líquidos que se producen como resultado de operaciones industriales para distinguirlos de los residuos sólidos de una industria o de sus gases, humos y vapores. Al igual que las aguas del alcantarillado higiénico municipal, la mayoría de estos líquidos han de descargarse finalmente en ríos o en otros cursos de agua.

Los desechos líquidos de una comunidad, ya sean aguas residuales domésticas o desechos industriales, han de recibir un tratamiento apropiado antes de su descarga en los ríos con el fin de evitar una gran contaminación.

---

<sup>6</sup> Ramírez Alcázar, A. Características de las Aguas Residuales; Curso Intensivo sobre la Operación de Plantas para el Tratamiento de Aguas Residuales.

Debido a la creciente demanda de agua en las poblaciones y a las limitaciones de fuentes de abastecimiento que pueden ser explotadas, las aguas negras son tratadas con fines de rehuso en algunas necesidades que no requieran agua de la calidad de la potable.

A grandes rasgos puede decirse que la contaminación de las corrientes con desechos domésticos e industriales degradan las cualidades físicas, químicas y biológicas de las aguas que las reciben.

### ***Naturaleza del agua***

Las tres cuartas partes de la superficie de la tierra están cubiertas de agua. La vida comenzó en el agua<sup>7</sup>. Al volverse más complejas y especializadas las cosas vivas, abandonaron el mar y se asentaron en la tierra, tomando el agua como componente principal de sus cuerpos. Sobre el planeta tierra, el agua es vida.

El agua no solamente constituye del 70 al 90 % del peso de la mayor parte de las formas vivas, sino que representa la fase continua de los organismos. A causa de su abundancia y ubicación el agua es considerada con frecuencia un líquido inerte meramente destinado a llenar espacios en los organismos vivos. Pero en realidad el agua es una sustancia de gran reaccionabilidad, con propiedades poco frecuentes, que la diferencian mucho, tanto física como químicamente de la mayoría de los líquidos corrientes.

El agua se encuentra en los tres estados físicos: sólido, líquido y gaseoso. El

---

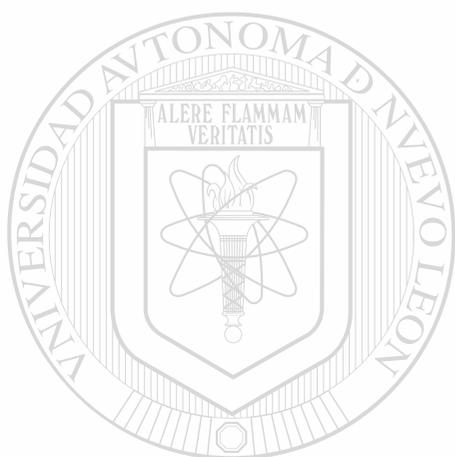
<sup>7</sup> Kemmer, Frank N y Mc Callion, John. Manual del Agua. Su Naturaleza, Tratamiento y Aplicaciones.

papel que el agua ha desempeñado en la historia del planeta y del hombre ha sido decisivo en la evolución de los mismos. La tierra ha modificado su aspecto a través de los siglos; siempre influenciada por la acción del agua. Como consecuencia, los estilos de vida del hombre están supeditados al agua y a los fenómenos que ésta involucra.

Para conocer las propiedades del agua es necesario estudiar la molécula del agua, ya que el comportamiento de ésta dará sus propiedades. La fórmula del agua ( $H_2O$ ) en sí misma, únicamente indica su composición y peso molecular<sup>8</sup>. No explica las propiedades extraordinarias que resultan de su arreglo molecular único. Los dos átomos de hidrógeno están separados entre sí por 104.5 grados adyacentes al átomo de oxígeno, de forma que la molécula es asimétrica, cargada positivamente del lado del hidrógeno y negativamente del lado del oxígeno. Por esta razón, se dice que el agua es dipolar. Esto hace que las moléculas se aglomeren, el hidrógeno de una molécula atrae el oxígeno de la molécula vecina. La unión de las moléculas como resultado de esta fuerza de atracción recibe el nombre de “puente de hidrógeno”.

Una de las consecuencias de los puentes de hidrógeno es que las moléculas de agua no pueden abandonar la superficie de un cuerpo tan fácilmente como lo harían de no existir esta atracción intermolecular. La energía requerida para romper el enlace con el hidrógeno y liberar una molécula de  $H_2O$  para formar vapor es mucho mayor que la requerida por otros compuestos químicos comunes. A causa de esto, el vapor de agua tiene un

alto contenido energético y es un medio efectivo para transferir energía durante las operaciones de una industria, en la construcción y en los hogares.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

---

<sup>8</sup> Kemmer, Frank N y McCallion John. Manual del Agua. Su Naturaleza, tratamiento y aplicación.

## **RESUMEN DE CAPITULOS**

### ***I. ANALISIS FISICOQUÍMICO EN LA CUENCA DEL RÍO SAN JUAN***

En este capitulado se realiza un análisis de los diferentes factores fisicoquímicos que intervienen en la evaluación de la calidad de las aguas residuales, tales como pH, sólidos, alcalinidad, sulfatos, dureza, oxígeno disuelto, etc.

Estos análisis están orientados a determinar el grado de contaminación que se presenta en las afluentes del río San Juan, tomando como referencia los límites establecidos por la Norma Mexicana NOM-127-SSA 1-1994 y por los Criterios Ecológicos de la calidad del Agua.

Para este estudio son considerados 18 puntos estratégicos (estaciones de muestreo) que se tienen a lo largo de la cuenca del río San Juan, la cual incluye entre otras afluentes, las aguas del Río Ramos, Río Blanquillo, Río Pílon, Río Santa Catarina, arroyo la Talavera, etc.

### ***II. ANALISIS BACTERIOLÓGICO EN LA CUENCA DEL RÍO SAN JUAN.***

Así como los factores fisicoquímicos afectan la calidad del agua, existen factores bacteriológicos que en igual grado contribuyen a incrementar la contaminación del agua. Al referirnos a factores bacteriológicos, estamos

haciendo referencia en particular a las bacterias que se encuentran presentes en el agua y las cuales pueden ser originadas por diferentes causas tales como lo son los desechos humanos y animales, desperdicios caseros, corrientes pluviales, etc.

En este capitulo se hace también un estudio del grado de contaminación que se tiene en las aguas de las diferentes afluentes del río San Juan, desde el punto de vista bacteriológico, y se menciona el origen y característica de cada una de ellas, centrandolo en lo que se refiere a los coliformes totales y fecales (bacterias saprófitas)

### **III. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.**

Dado lo inconveniente que es el vertir las aguas residuales, tanto domésticas como industriales, a las aguas de los ríos, es de vital importancia el dar un tratamiento previo a estos desechos para así evitar contaminar las aguas de los ríos, lo cual traería consigo un alto riesgo tanto para el ser humano como para la vida acuática.

En el presente capitulo se hace referencia a los mecanismos establecidos para la distribución y recolección del agua en el área Metropolitana de Monterrey así como a los diferentes tipos de tratamientos existentes, mencionando las funciones básicas de cada uno de ellos así como los principios básicos de sus funcionamientos.

#### ***IV. ANÁLISIS DEL IMPACTO SOCIAL, POLÍTICO Y ECONÓMICO ORIGINADO POR LAS ACCIONES TOMADAS PARA SATISFACER LA DEMANDA DEL AGUA.***

Dada la importancia que tiene el agua para el ser humano por el simple hecho de ser indispensable para su supervivencia, la demanda de la misma ha crecido considerablemente aunque no en forma proporcional al crecimiento demográfico.

Este incremento en la demanda ha originado que el ser humano a través de las instituciones gubernamentales tome acciones tendientes a satisfacerla, algunas de las cuales han repercutido o impactado tanto en el aspecto social, político y económico.

En este capitulado se realizará un análisis desde nuestro punto de vista, de los efectos que se han tenido por las acciones implantadas en los aspectos antes mencionados, tomando como referencia los puntos tratados anteriormente en la presente tesis.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## *CAPITULO 1*

### *ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO EN LA CUENCA DEL RÍO SAN JUAN*

Dentro de las acciones que ha tomado el gobierno para poder satisfacer la demanda del agua en la Cd. de Monterrey y su área metropolitana, se contempló la construcción de la presa el Cuchillo. La obra representó una alternativa para enfrentar la escasez del líquido, pero la construcción de dicha presa no fue una tarea fácil ya que origino problemas económicos, políticos y sociales que serán analizados más adelante (Capitulo 4).

Uno de los factores que influyó para su construcción, fue el hecho de contemplar al Río San Juan como su alimentador por ser el más caudaloso del estado de Nuevo León.<sup>9</sup> Su cuenca se origina en el arroyo La Chueca, en la sierra Madre Oriental, mismo que alimenta primeramente a la presa La Boca, para luego continuar hacia el San Juan. Recibe primeramente aportaciones del Río Santa Catarina y del Río Ramos, enseguida confluye con el arroyo Garrapata, el Río Pílon y el Arroyo Mohinos a la altura del municipio de Los Ramones; aguas abajo del municipio de China N.L. Recibe la aportación del mayor de sus afluentes, el Río Pesquería, y finalmente se dirige hacia la presa Marte R. Gómez en el Estado de Tamaulipas para de ahí descargar en el Río Bravo. De esta manera, el San Juan recibe las aguas pluviales de la zona central del Estado, la que registra las más altas precipitaciones.

---

<sup>9</sup> Plan Estatal de Agua Potable y Saneamiento. Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey.

Por ello, la capacidad de suministro de agua de la presa el Cuchillo es considerable, pudiendo aportar hasta 10 Mt<sup>3</sup> por segundo.<sup>10</sup>

Sin embargo, al lado de esta gran ventaja, el Río San Juan presenta graves problemas. De acuerdo con estudios realizados por la Secretaría de Recursos Hidráulicos, el grado de contaminación de sus aguas es de primer orden e incluye productos químicos, aguas negras domésticas, así como residuos de la industria lechera, alimentaria, de bebidas alcohólicas y petroleras.

Sus focos de contaminación se encuentran dispersos a todo lo largo de su cuenca, aunque con una real concentración en los afluentes que pasan por la ciudad de Monterrey.

Además, el Río San Juan abastece actualmente a la presa Marte R. Gómez, indispensable para el riego de la región agrícola al norte del estado de Tamaulipas y para el agua potable de las ciudades de Reynosa y Río Bravo en el vecino estado. Si bien el origen de sus aguas es en Nuevo León, la existencia de obras hidráulicas anteriores genera derechos creados que obligan a garantizar a Tamaulipas la misma cantidad de agua que recibía con anterioridad.

De tal suerte que la selección de la presa El Cuchillo implicaba un difícil paradigma. Si bien el caudal del San Juan permitiría duplicar el abastecimiento de la ciudad de Monterrey y la región, su realización forzaba, en primer lugar, a descontaminar las aguas del San Juan y sus afluentes y

---

<sup>10</sup> Villarreal González, Federico, Proyecto Monterrey IV. Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey.

además, a regresar agua de calidad al propio río para que este surtiera las ciudades y distritos de riegos tamaulipecos.

Por lo tanto la realización de esta obra incluía no solo la construcción propia de la presa, sino que además la construcción de plantas tratadoras de agua, y esto originó el que se construyeran tres plantas tratadoras en el estado (Capítulo 3). El grado de contaminación de la cuenca del Río San Juan es analizado en el presente capitulado.

La cuenca del Río San Juan <sup>11</sup> es sin duda, el más importante de los ríos nuevoleonenses. Esta abarca cerca de 20,000Kms<sup>2</sup> dentro del estado. El primer afluente importante es el Río Salinas, que viene de Coahuila, penetra en el municipio de Mina y con dirección oeste-este atraviesa municipios de la zona centro-periférica al norte de Monterrey, hasta dejar sus aguas en el Río Pesquería.

El Río Pesquería de origen coahuilense, atraviesa los municipios de García, Escobedo, Apodaca, Ramones, Herreras y lleva sus aguas al San Juan, en los límites de China y los Aldama. Este río recibe por margen derecha los arroyos Topo Chico y Ayancual; por margen izquierda recibe al Salinas y arroyos como el Ramos y Mojarra.

El Río Santa Catarina nace en la sierra de San José, cerca de los límites de Coahuila atraviesa parte de los municipios de Santiago, Santa Catarina, San Pedro, Monterrey, Guadalupe, Juárez y Cadereyta. El Río San Juan se

---

<sup>11</sup> Merla Rodríguez, Gerardo, Nuevo León. Geografía Regional, U.A.N.L.

origina en el arroyo La Chueca, dentro del valle del Huajuco, al recibir otras afluentes, fluye a la presa la Boca y sale a la llanura con el nombre de San Juan Pesquería. Por margen derecha recibe al Río Ramos, Garrapatas, Pílon y Mohinos. Desemboca en la presa Marte R. Gómez en el estado de Tamaulipas.

El Río Ramos nace en la Sierra de la Cebolla, dentro de la gran Sierra Madre Oriental. Sus principales afluentes son los ríos Atongo y Blanquillo, atraviesa áreas de Allende, Montemorelos y Cadereyta para unirse al San Juan. El arroyo Garrapatas es otro afluente importante dentro de la región citrícola. Desemboca en el San Juan, al norte del municipio de General Terán.

El Río Pílon en la confluencia del Río Casillas y el Santa Rosa en el interior de la Sierra Madre, dentro de los municipios de Galeana y Rayones, baja a la llanura del sureste atravesando los municipios de Montemorelos y Terán hasta desembocar en el San Juan después de recibir agua de pequeños arroyos, Juliana y Encadenados.

El presente trabajo es una evaluación de los resultados obtenidos en los análisis Físicoquímicos del agua en las 18 estaciones de monitoreo ubicadas en la cuenca del Río San Juan.

Estaciones de muestreo:

- |                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| No. 1 La Boca.       | No. 10 Los Ramones |
| No. 2 Río Ramos.     | No. 11 Ayancual    |
| No. 3 Río Blanquillo | No. 12 Topo Chico  |
| No. 4 Río Pílon.     | No. 13 Escobedo    |

No. 5 Cadereyta

No. 6 Tepehuaje

No. 7 China

No. 8 Los Aldamas.

No. 9 Los Herreras

No. 14 Ciénaga de Flores

No. 15 La Arena

No. 16 La Talavera

No. 17 La Silla

No. 18 Las Adjuntas

Los análisis fueron realizados por el personal del Laboratorio de Calidad del Agua de la Comisión Nacional del Agua.

### ***1.1 PORQUÉ EVALUAR LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS***

La evaluación de los análisis fisicoquímicos es de gran importancia para poder determinar los factores que influyen directamente en la calidad del agua.

El conocer la calidad del agua o el poder determinar que usos alternos se pueden dar, así como el establecer la capacidad de asimilación de la corriente y su autopurificación es uno de los objetivos básicos de los análisis fisicoquímicos.

Este tipo de análisis proporciona datos útiles y específicos respecto al estado de descomposición e intensidad de las aguas residuales o corrientes contaminadas, para fines de tratamiento, evaluación y prevención.

# PROGRAMA MONTERREY – IV - SISTELEON

## CUENCA DEL RÍO SAN JUAN



**Cuenca del Río San Juan**  
Croquis de distribución de las 18  
Estaciones de Monitoreo Físico-  
Químico-Bacteriológico en  
Nuevo León

### Estaciones de Monitoreo

- |                   |                       |
|-------------------|-----------------------|
| 1- La Boca        | 10- Los Ramones       |
| 2- Río Ramos      | 11- Ayancual          |
| 3- Río Blanquillo | 12- Topo Chico        |
| 4- Río Pilon      | 13- Escobedo          |
| 5- Cadereyta      | 14- Ciénaga de Flores |
| 6- Tepehuaje      | 15- La Arena          |
| 7- China          | 16- La Talavera       |
| 8- Los Aldama     | 17- La Silla          |
| 9- Los Herrera    | 18- Las Adjuntas      |

Enseguida presentamos una breve descripción de cada uno de los parámetros que fueron analizados por el laboratorio.

## 1.2 PARÁMETROS FÍSICOS:

*Temperatura:* Es importante para la conservación de la vida acuática debido a que influye en el bienestar y el comportamiento de los peces.

La temperatura <sup>12</sup> puede llegar a ser un agente letal, o influir en la migración de algunas especies, en el metabolismo, en la cantidad de oxígeno requerido, en la rapidez de crecimiento, la actividad, época de desove y en los efectos de toxicidad de varios contaminantes en el organismo de los peces.

Desde el punto de vista sanitario, merecen especial consideración los efectos de temperatura en los procesos de autopurificación, afectando simultáneamente la rapidez de estabilización de la materia orgánica, el nivel de saturación del oxígeno disuelto y la rapidez de aireación.

*pH :* En una corriente el pH nos dará idea del tipo de proceso biológico mediante el cual se efectúa la degradación de la materia orgánica, si es que esta se está llevando a cabo, pues un pH muy desfavorable podría inhibir la actividad biológica, quedando así retardada la recuperación de la corriente. Tanto un pH alto, como uno bajo, puede ser perjudicial, ocasionando la muerte de los peces y la esterilidad general en corrientes naturales, e

---

<sup>12</sup> Ramírez Alcázar, A. Características de las Aguas residuales. Curso Intensivo sobre la Operación de Plantas para el Tratamiento de Aguas residuales

inactivando los microorganismos esenciales en los procesos de tratamientos de aguas residuales.

*Conductividad* : La conductividad es una medida de la habilidad de una solución para conducir una corriente eléctrica, y varía con el tipo y cantidad de los iones que la solución contiene.

La conductividad es importante porque se puede estimar el contenido de sólidos disueltos en una muestra.

*Sólidos*: Los sólidos de las aguas negras pueden clasificarse en dos grupos generales según su composición o su condición física. Tenemos así sólidos orgánicos y sólidos inorgánicos, los cuales a la vez, pueden estar suspendidos y disueltos. Los sólidos más importantes en la evaluación para establecer la contaminación del agua son los sólidos totales, los suspendidos y los sedimentables.

*Sólidos orgánicos*: En general son de origen animal o vegetal, que incluyen los productos de desecho de la vida animal y vegetal, la materia animal muerta, organismos o tejidos vegetales; pero pueden incluirse también compuestos orgánicos sintéticos.

Son sustancias que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno, pudiendo estar combinadas algunos con nitrógeno, azufre o fósforo. Están sujetos a degradación o descomposición por la actividad de la bacteria y otros organismos vivos.

**Sólidos inorgánicos:** Son sustancias inertes que no están sujetas a la degradación. Ciertos compuestos minerales hacen excepción a esta característica, como los sulfatos. A los sólidos inorgánicos se les conoce frecuentemente como sustancias minerales: arena, grava, cieno, sales minerales del abastecimiento de agua que producen su dureza y contenido mineral.

**Sólidos suspendidos:** Son aquellos que están en suspensión y que son perceptibles a simple vista en el agua. Son los sólidos que pueden separarse del agua negra por medios físicos o mecánicos, como son la sedimentación y la filtración. Incluyen las partículas flotantes mayores que consisten en arena, polvo, arcilla, sólidos fecales, papel, astilla de madera, partículas de alimentos y de basura.

Están constituidos aproximadamente por un 70 por ciento de sólidos orgánicos y por un 30 por ciento de sólidos inorgánicos, siendo la mayor parte de estos últimos arena y polvos.

**Sólidos disueltos:** El término “ Sólidos disueltos ” utilizado ordinariamente en los estudios de las aguas negras, no es técnicamente correcto. No todos estos sólidos están verdaderamente disueltos, puesto que se incluyen algunos sólidos en estado coloidal. De los sólidos disueltos totales, aproximadamente un 90 por ciento está verdaderamente disuelto y un 10 por ciento en estado coloidal.

El total de los sólidos disueltos está compuesto aproximadamente por 40 por ciento de orgánicos y 60 por ciento de inorgánicos.

La determinación de sólidos es útil para conocer la materia orgánica e inorgánica disuelta y suspendida que se encuentra en los líquidos y que puede sedimentar para formar depósitos putrecibles.

Sólidos totales: Como lo indica el mismo término, bajo este nombre se distinguen todos los constituyentes sólidos de las aguas negras.

Son la totalidad de sólidos orgánicos e inorgánicos, o la totalidad de sólidos suspendidos y disueltos. En las aguas negras domésticas de composición media, cerca de la mitad son orgánicos y la otra mitad inorgánicos y aproximadamente dos terceras partes están en solución y una tercera parte en suspensión

### **1.3 PARÁMETROS QUÍMICOS:**

**Alcalinidad:** La alcalinidad<sup>13</sup> del agua se debe principalmente a los hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos presentes. Las aguas altamente alcalinas no son aceptables para el abastecimiento público, teniendo que ser sometidas a tratamiento previo para su uso.

Es la medida de capacidad de una solución para neutralizar ácidos y se expresa en términos de carbonatos de calcio, aunque hay alcalinidad cáustica y total. El límite fijado para esta característica es de 400 mg / L.. expresados en términos de carbonato de calcio.

---

<sup>13</sup> Prieto, Armando, Conceptos Básicos sobre las Características Químicas, Físicas y Biológicas del Agua Negra

La determinación de la alcalinidad de las aguas se hace por medio de indicadores o eléctricamente, usándose un ácido mineral diluido convenientemente. Pueden encontrarse aguas alcalinas tanto subterráneas como superficiales; estas últimas, en el caso de ríos principalmente, pueden ser consecuencia de las descargas de residuos líquidos industriales.

La alcalinidad, por sí misma, no representa ningún peligro a la salud humana, es frecuente que el hombre se acostumbre a beber agua que exceda de la norma en esa condición. Cuando está asociada con pH, dureza total y sólidos disueltos altos, puede ser perjudicial.

La acidez y / o la alcalinidad de las aguas residuales industriales son parámetros muy importantes porque pueden producir condiciones sumamente perjudiciales (asociada con pH, dureza y sólidos disueltos) en las aguas que son vertidas, ya sea por su propia naturaleza, o porque favorecen o aumentan las características nocivas de otras sustancias.

---

El daño principal que los contaminantes ácidos y / o alcalinos ocasionan en los cuerpos de agua en que son vertidos es la muerte o reducción de la vida acuática en general.

*Cloruros:* Los cloruros pueden ser de origen mineral o procedentes del agua del mar o de excretas humanas y de animales. También pueden provenir de efluentes industriales como plantas de galvanizado y refinerías de petróleo.

Las normas establecidas fijan como límite 250 mg / L.. Los cloruros generalmente no son dañinos a la salud humana, pero si se encuentran en concentraciones altas pueden ser perjudiciales, principalmente a personas

con padecimientos del corazón o riñones. Además proporcionan sabores desagradables en el agua. Los cloruros en concentraciones razonables no son dañinos a la salud, en concentraciones superiores a 250 mg / L. proporcionan sabor salino al agua siendo desagradable para el consumo humano. Altas concentraciones de cloruro aceleran la corrosión en los reactores, equipos de transferencia de calor, etc.

*Sulfatos:* Los sulfatos ocupan un lugar predominante dentro del ciclo natural del azufre, dado que la mayoría de las transformaciones que en él ocurren son oxidaciones o reducciones que originan este anion. Los iones sulfato son muy frecuentes en las aguas naturales, debido al poder de disolución que tiene el agua sobre los minerales contenidos en la corteza terrestre.

Los sulfatos, cloruros y fluoruros hacen acto de presencia prácticamente en todas las aguas.

---

Los sulfatos pueden provenir de la disolución de yesos y de algunos otros minerales; de la oxidación de sulfuros, sulfitos y tiosulfatos, o por la oxidación del azufre de la materia orgánica; los desechos líquidos industriales suelen ser la fuente de este radical, tal es el caso de los efluentes de tenerías y fábricas textiles.

El límite recomendado no debe de exceder de 250 mg / L.. Esta cifra se basa en que se ha observado que con el valor fijado no se producen sabores desagradables ni se causa efectos fisiológicos de tipo laxante a las personas que ingieren el agua.

La presencia en exceso de sulfatos en aguas para consumo humano provoca efectos purgantes en las personas que la ingieren. Otro problema causado por estos aniones es la corrosión en los drenajes provocado por el tiempo de retención de los desechos domésticos en estos conductos, lo cual crea una elevada concentración de sulfatos que por acción bacteriana son reducidos y posteriormente oxidados para convertirse en ácido sulfúrico que da lugar a la corrosión.

*Dureza:* <sup>14</sup> El término “ dureza ” se aplica al poder que tiene el agua para neutralizar el jabón o sea que impide que este haga espuma y logre su cometido de limpieza. La dureza es atribuida, principalmente, a la presencia de sales de calcio y magnesio disueltas en el agua.

Dentro del término “ dureza ” es necesario aclarar que, esta puede ser de “ Carbonato ” y de “ no carbonato ” y que por su persistencia se le clasifica en temporal y permanente. La dureza temporal es aquella que se puede eliminar al hervir el agua y permanente la que no es posible suprimir con esa simple operación.

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

La dureza total está compuesta por las dos citadas anteriormente o por la de calcio y magnesio; estas últimas debidas al contenido de iones de tales cuerpos en las aguas expresadas en términos de carbonato de calcio.

Las aguas duras se manifiestan en mayor cantidad en las corrientes subterráneas que en las superficiales, esto es natural ya que el agua, como

<sup>14</sup> Departamento de Sanidad del Estado de N.Y. Manual de Tratamiento de Aguas Negras.

solvente universal que es. Es obvio que en suelo calizo, el agua, lógicamente será dura. En las aguas superficiales este proceso no se presenta en forma tan extendida.

El límite fijado en México para considerar una agua dura es de 300 mg / L. de dureza total, expresado en carbonato de calcio

La causa de la dureza en el agua para consumo humano, son los cationes metálicos bivalentes y algunos trivalentes, las aguas duras son tan satisfactorias como las suaves, ya que no hay acumulación de sales; pero si presentan problemas de abastecimiento industrial por las incrustaciones que ocasiona en el equipo que está en contacto directo con agua a altas temperaturas.

Hay divergencia en las opiniones sobre la conveniencia o inconveniencia de que un agua dura o blanda sea buena o no para la salud. En cambio hay general acuerdo en que la presencia del agua dura puede causar perjuicios económicos por lo que hace a su conducción y usos industriales.

*Oxígeno Disuelto:* Las aguas negras contienen pequeñas y variables concentraciones de gases disueltos. Entre los gases más importantes está el oxígeno, presente en el agua original de abastecimiento y disuelto también al ponerse en contacto con el aire, las aguas negras que fluyen.

Este oxígeno que normalmente se conoce como oxígeno disuelto, es un componente sumamente importante de las aguas negras. Además del oxígeno disuelto, las aguas negras pueden contener otros gases, como el bióxido de carbono, el cual resulta de la descomposición de la materia orgánica; el

nitrógeno disuelto de la atmósfera; el ácido sulfhídrico que se forma por la descomposición de los compuestos orgánicos. Aunque estos gases están presentes en pequeñas proporciones, su función es importante en la descomposición y tratamiento de los sólidos de las aguas negras.

Cuando se descargan en el agua los sólidos de las aguas negras, tiene lugar la degradación y la descomposición debido a las actividades de las bacterias y los microorganismos presentes en las aguas negras y en las aguas receptoras. el oxígeno es necesario para que se verifiquen todas estas reacciones biológicas y bioquímicas.

La determinación del Oxígeno Disuelto (OD) es una de las más significativas. Todos los organismos vivientes dependen del oxígeno en una forma u otra para mantener el proceso metabólico que proporciona la energía necesaria a su crecimiento y reproducción.

El oxígeno, al igual que todos los gases, es soluble en el agua y esto hace posible la vida en ella. La baja solubilidad del oxígeno en agua es el factor principal que limita la capacidad de autopurificación de las aguas naturales; de ahí la necesidad que existe de dar tratamiento a los desechos líquidos, tanto domésticos como industriales.

En los desechos líquidos el oxígeno disuelto es el factor que determina el tipo de transformaciones biológicas que tienen lugar en su seno efectuadas por microorganismos aeróbicos o anaerobios, según haya presencia o ausencia de oxígeno disuelto. Todas las reacciones biológicas y bioquímicas que se efectúan, se deben al trabajo que efectúan los organismos aeróbicos,

esto si hay oxígeno presente y es la descomposición aeróbica de los sólidos orgánicos la que tiene lugar. Cuando no hay oxígeno, son los organismos anaerobios los que predominan y resulta la putrefacción. Por consiguiente, cuando se descargan aguas negras en una corriente, las reacciones resultantes dependerán del oxígeno disuelto que contenga el agua.

Como mencionamos anteriormente, el oxígeno se disuelve por el contacto del aire con la superficie del agua, hasta alcanzar el punto de saturación a una temperatura determinada.

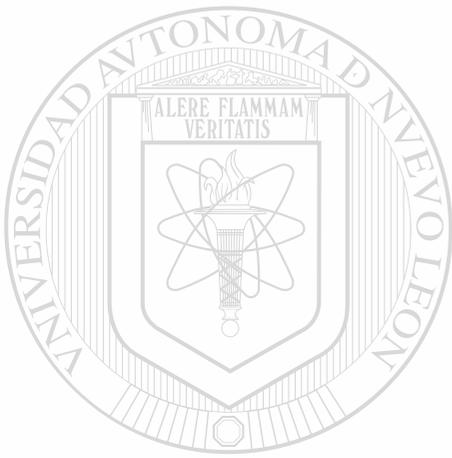
*Demanda Bioquímica de Oxígeno:* La prueba analítica de la Demanda Bioquímica de Oxígeno<sup>15</sup> (DBO) es una estimación de la cantidad de oxígeno que se requiere para oxidar la materia orgánica de una muestra de aguas residuales, por medio de una población microbiana heterogénea.

La Demanda Bioquímica de Oxígeno es una medida del oxígeno requerido para la estabilización química y biológica de la materia orgánica en un intervalo de tiempo específico. Entre mayor sea la carga orgánica desechada a un cuerpo de agua, mayor será la necesidad de oxígeno para su descomposición, por lo tanto, habrá una baja en el oxígeno disuelto creando condiciones que van degradando la vida acuática y otros usos benéficos.

---

<sup>15</sup> Prieto, Armando Flotacion y Sedimentación. Apuntes del Curso Intensivo sobre Tratamiento de los Residuos Líquidos, Domésticos e Industriales.

*Demanda Química de Oxígeno:* <sup>16</sup> El método de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) determina la cantidad de oxígeno necesario para oxidar a la materia orgánica de un desecho, bajo condiciones específicas de un agente oxidante, condiciones ácidas y temperatura, transformándolas en CO<sub>2</sub> y agua.



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

---

<sup>16</sup> Ford, L. Davis, Caracterización de los Desechos Industriales. Apuntes del curso Intensivo sobre Tratamientos de los Residuos Líquidos Domésticos e Industriales.

## **1.4 ANÁLISIS Y RESULTADOS**

Para llegar a una conclusión y definir la veracidad de las hipótesis formuladas, se realizó una evaluación de cada uno de los parámetros estudiados en las 18 estaciones de monitoreo.

La cuenca del Río San Juan está dividida en dos partes:

- 1.- Aguas arriba de la presa el Cuchillo cuyo fin es el abastecimiento de agua potable al área metropolitana de la cd. de Monterrey.
- 2.- Aguas abajo de la presa el Cuchillo con fines de riego las cuales van a dar al Río Pesquería adelante de la Presa el Cuchillo y que van a parar a la presa Marte R. Gómez

Las estaciones de muestreo La Boca No.1, Río Ramos No.2, Río Blanquillo No.3, Río Pión No.4, Cadereyta No.5, Tepehuaje No.6, China No.7, Río La Silla No.17 y Las Adjuntas No.18 pertenecen a las aguas arriba de la presa.

Las estaciones de muestreo Los Aldama No.8, Los Herrera No.9, Los Ramones No.10, El Ayancual No.11, Topo Chico No.12, Río Pesquería No.13, Ciénega de Flores No.14, La Arena No.15 y La Talavera No.16 pertenecen a las aguas abajo de la presa.

*pH* : La Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA 1- 1994 establecen los siguientes rangos:

**Aguas Potables:** ————— 6.5 a 8.5

De acuerdo a lo anterior en las 18 estaciones de muestreo se está en el rango permitido lo cual hace posible el uso de estas aguas en industria alimenticia, recreación, riego y conservación. (Gráfica 1)

**Conductividad:** Se tiene establecidos tres rangos diferentes para definir la calidad del agua dependiendo del parámetro conductividad. Estos rangos son:

250 – 750 (micromhos / cm) condiciones buenas

750 – 2000 (mohs / cm) condiciones permisibles

2000 – 3000 (mohs /cm) calidad dudosa

A excepción de las estaciones La Boca, Río Ramos, Río Blanquillo, Río Pilon, Cadereyta, Tepehuaje, Río La Silla, y Las Adjuntas las cuales muestran valores de conductividad que caen dentro del rango de condición buena, el resto de las estaciones muestran valores que hacen dudosa la calidad del agua según rangos establecidos y que confirman una vez más la presencia de agentes contaminantes en las estaciones que serán utilizadas para riego. Podemos observar que las estaciones antes mencionadas pertenecen a las aguas arriba de la Presa El Cuchillo que son utilizadas con fines de potabilización. (Gráfica 2)

**Sólidos Totales:** La Norma Mexicana NOM-127-SSA 1- 1994 establece un valor máximo de 1000 mg / L. para las aguas potables. Los sólidos son

importantes en altas concentraciones debido a que afectan directamente sobre los procesos de tratabilidad en la etapa de filtración.

Una vez más y presentando un comportamiento repetitivo, los valores reportados en las estaciones La Boca, Río Ramos, Río Blanquillo, Río Pílon, Cadereyta, Tepehuaje, Río La Silla, y Las Adjuntas muestran la posibilidad de utilizar dichas aguas con fines de potabilización ya que valores de sólidos totales están dentro de los límites permitidos, no así, en las estaciones restantes cuyas aguas presentan un alto contenido de sólidos totales. (Gráfica 3)

*Alcalinidad:* La Norma Mexicana NOM-127-SSA 1- 1994 no establece una referencia en cuanto a los límites de este parámetro, sin embargo en Los Criterios Ecológicos de la Calidad del Agua se establece una concentración máxima permisible de 400 mg / L. para aguas potables.

En este caso en todas las estaciones de muestreo, a excepción de las estaciones China y La Talavera, se está dentro del límite establecido, lo cual hace estas aguas según la alcalinidad como potable, sin embargo por lo observado en los otros parámetros analizados, podemos definir las aguas del Río San Juan como potables, en lo que se refiere a las estaciones aguas arriba de la presa el Cuchillo, es decir, las estaciones La Boca, Río Ramos, Río Blanquillo, Río Pílon, Cadereyta, Tepehuaje, Río La Silla, y Las Adjuntas, no así para el resto de las estaciones en las que hemos encontrado

que están por arriba de los límites permitidos, por lo que son consideradas solo como uso para riego. (Gráfica 4)

*Cloruros (mg/l)*: Para este parámetro en particular la Organización Mundial de la Salud permite concentraciones máximas de 600 mg / L. para agua potable, sin embargo la Norma Mexicana NOM-127-SSA 1- 1994 establecen un máximo de 250 mg / L.

Como podemos observar, nuevamente, en las estaciones de muestreo La Boca, Río Ramos, Río Blanquillo, Río Pilon, Cadereyta, Tepehuaje, Ayancual, Topo Chico, Río Pesquería, Río La Silla y Las Adjuntas este parámetro se encuentra dentro del límite establecido, (estas estaciones se encuentran aguas arriba de la presa el Cuchillo cuyo fin es la potabilización, a excepción de Ayancual y Topo Chico) sin embargo en las estaciones China, Los Aldama, Los Herrera, Los Ramones, Ciénaga de Flores, La Arena y la Talavera los valores obtenidos nos indican una contaminación ya que excede por mucho el valor límite permisible, superando incluso en la estación Los Ramones (no. 10 ) el valor establecido por la Organización Mundial de la Salud.

En este caso, a pesar de que las estaciones Ayancual, Topo Chico y Río Pesquería están dentro de las especificaciones para cloruros, estas no son consideradas para potabilización ya que en otros parámetros no cumplen con las normas. (Gráfica 5)

*Sulfatos (mg/l):* La Organización Mundial de la Salud establece como máximo 400 mg / L., al igual que la Norma Mexicana NOM-127-SSA 1-1994 que establece un máximo permisible de 400 mg / L.

Los resultados obtenidos muestran un comportamiento muy similar al de los cloruros, presentándose alta contaminación en las estaciones de muestreo Los Herrera, Los Ramones, Río Pesquería, Ciénega de Flores y La Arena, contrario a lo que sucede en las estaciones de muestreo La Boca, Río Ramos, Río Blanquillo, Río Pílon, Cadereyta, Tepehuaje, Río La Silla, y Las Adjuntas, en las cuales los valores obtenidos están muy por debajo de los límites permisibles. (Gráfica 6)

*Dureza Total:* La Norma Mexicana NOM-127-SSA 1-1994 de aguas potables establece un límite permisible de 500 mg / L.

Para este parámetro se encontró las siguientes condiciones:

Nuevamente queda claro la existencia de contaminantes ya que a partir de la estación de China, Los Aldama, Los Herrera, Los Ramones, Ayancual, Ciénega de Flores, La Arena y la Talavera, se observa valores por encima de lo permisible, agregando que en las estaciones Río La Silla y Las Adjuntas, los valores encontrados están muy cerca del límite. (Gráfica 7)

*Oxígeno Disuelto (mg/l):* Si bien la Norma Mexicana NOM-127-SSA 1-1994 no hace referencia a este parámetro, en Los Criterios Ecológicos de la Calidad del Agua se menciona que la concentración mínima permisible es de 3 mg / L. De acuerdo a lo anterior en la cuenca del Río San Juan, a excepción de las estaciones de muestreo Ayancual, Río Pesquerías y La

Talavera los valores de Oxígeno Disuelto están dentro de los límites permitidos. (gráfica 8)

*Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l):* La presencia de materia orgánica demanda para su oxidación oxígeno disuelto en el agua; algunos autores establecen como máximo para procesos de potabilización un valor de 4 mg / L., lo cual es establecido también en Los Criterios Ecológicos de la Calidad del Agua. En este caso al igual que en el anterior la Norma Mexicana NOM-127-SSA 1- 1994 no hace referencia a este parámetro

Una vez más, los resultados obtenidos nos confirman la existencia de contaminación en las estaciones de China, Los Aldama, Los Herrera, Los Ramones, Ayancual, Topo Chico, Río Pesquería, Ciénega de Flores, La Arena y La Talavera ya que los valores de DBO obtenidos superan los límites establecidos, encontrándose un incremento continuo a partir de este punto, llegando a valores de DBO superior a los 200 mg /L.

Nuevamente la calidad del agua en las estaciones La Boca, Río Ramos, Río Blanquillo, Río Pílon, Cadereyta, Tepehuaje, Río La Silla, y Las Adjuntas cuyo fin será la potabilización los valores obtenidos se encuentran dentro de los límites establecidos. (Gráfica 9)

*Demanda Química de Oxígeno (mg/l):* La presencia de material químico que se oxida y por lo tanto demanda oxígeno registrado como DQO, es un parámetro importante en aguas residuales industriales.

El comportamiento de este parámetro es similar que para el caso de DBO, ya que aquí se observa también los indicios de contaminación por los resultados

obtenidos en las estaciones Ayancual, Topo Chico, Río Pesquería, y La Talaverna. (Gráfica 10)

Todos los resultados de los diferentes parámetros y de las diferentes estaciones de muestreo se encuentran tabulados (tablas 1 a 6)

Podemos observar que de todos los parámetros analizados, solo el pH está dentro de las especificaciones en todas las estaciones. (gráfica 1). Así mismo, solo las estaciones La Boca, Río Ramos, Río Blanquillo, Río Pílon, Cadereyta, Tepehuaje, Río La Silla, y Las Adjuntas cumplen con las especificaciones en todos los parámetros analizados, es decir, son las estaciones menos contaminadas y comparadas con el resto de las estaciones su contaminación es mucho menor

Para el caso de Conductividad, de todas las estaciones utilizadas con fines de riego, solo la estación Topo Chico está por abajo del máximo permitido (gráfica 2).

Con respecto a los sólidos totales, las estaciones pertenecientes a las aguas arriba a la cuchilla, las cuales son La Boca, Río Ramos, Río Blanquillo, Río Pílon, Cadereyta, Tepehuaje, Río La Silla, y Las Adjuntas, todas cumplen con la especificación, no así las estaciones pertenecientes a aguas abajo de la presa y que son China, Los Aldama, Los Herrera, Los Ramones, Ayancual, Topo Chico, Río Pesquería, Cienega de Flores, La Arena y La Talaverna, las cuales todas están por encima del máximo permisible (gráfica 3)

Otro parámetro en la que la mayoría de las estaciones cumplen con la especificación es la alcalinidad, que como podemos observar, solo la

estación la Talavera está muy por encima de lo permitido y las estaciones de China y La Arena están ligeramente arriba del máximo, el resto de las estaciones están dentro de especificación. (gráfica 4)

En cuanto a Cloruros, Sulfatos, Dureza y Oxígeno Disuelto podemos observar que las estaciones Los Ramones y La Arena, son las más contaminadas. En cuanto a Demanda Química y Bioquímica de Oxígeno, las estaciones La Talavera y Pesquería son las más contaminadas, en ambos casos, los índices de contaminación están muy por encima de los valores permitidos y representan los valores más altos de contaminación. (gráficas 6 a 10)

En cuanto al grado de contaminación, las estaciones “aguas arriba” de la presa el Cuchillo que son La Boca, Río Ramos, Río Blanquillo, Río Pílon, Cadereyta, Tepehuaje, Río La Silla, y Las Adjuntas cumpen con la Norma de Calidad y Los Criterios Ecológicos.

En cuanto a las otras estaciones, es decir, las estaciones “aguas abajo” de la presa el Cuchillo y que son China, Los Aldama, Los Herrera, Los Ramones, Ayancual, Topo Chico, Río Pesquería, Cienega de Flores, La Arena y La Talavera cuyas aguas son utilizadas para fines de riego, si bien si cumplen en algunos parámetros, en otros están fuera de las Normas y por lo tanto no son utilizadas para potabilización y por sus característica no deben ser utilizadas con ese fin sino con el fin de riego.

## **CAPITULO II**

### **ANALISIS BACTERIOLOGICO EN LA CUENCA DEL RÍO SAN**

**JUAN**

Las bacterias son pequeñísimos organismos vivos, formados por una sola célula. Estos organismos son tan pequeños que solamente pueden ser vistos con el microscopio, por lo cual se incluyen dentro del término más general de microorganismos. Las funciones de asimilación de alimentos, excreción de desperdicios, respiración, crecimiento y todas las otras actividades, son efectuadas por una sola célula. Muchas bacterias tienen características que ordinariamente se asocian con el reino animal y otras que se relacionan más con el reino vegetal.

En ciertos aspectos, se puede considerar que las bacterias constituyen un eslabón entre los dos tipos de organismos vivos. Existen muchas clases de bacterias, muy diferentes en tamaño, forma y funciones.<sup>17</sup>

La contaminación microbiológica presenta varios aspectos que deben ser bien discutidos y bien comprendidos, pues, con frecuencia, ofrece dificultades a la interpretación de un punto de vista sanitario. Primeramente, se debe fijar bien el hecho de que solamente los organismos normalmente patógenos interesan a la salud pública. Sin embargo, los microorganismos de origen fecal o intestinal, pero que no son productores de enfermedades, son solamente indicadores - y con bastante seguridad - de la presencia de materia fecal en el agua, pero no tiene ningún interés desde el punto de vista

<sup>17</sup> Departamento de sanidad del Estado de N.Y. 1995 Manual de Tratamiento de Aguas Negras.

de la salud propiamente. Los organismos del grupo “ coliforme ” están comprendidos en este caso como simples indicadores de material de origen intestinal, pueden estar presente en un agua hasta en grandes concentraciones y que, sin embargo, no contienen ningún agente causante de enfermedades.<sup>18</sup> Además, aunque las bacterias coliformes estén siempre presente en aguas que contienen agentes patógenos intestinales, su destrucción por el cloro puede, a veces, no estar acompañada de una destrucción total de los patógenos.

Las aguas negras proceden del abastecimiento suministrado a una población, después de haber sido contaminadas por diversos usos a la que es sometida. Desde el punto de vista de su origen, resultan de la combinación de los líquidos o desechos arrastrados por el agua, procedentes de las casas habitación, edificios comerciales e institucionales, junto con los provenientes de los establecimientos industriales y las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que pueden agregarse.

### **2.1 Origen de las aguas residuales y de los desechos.**

Las aguas negras pueden ser originadas por:<sup>19</sup>

- a) Desechos humanos y animales
- b) Desperdicios caseros

---

<sup>18</sup> Martínez Rodríguez, Herminia, Identificación de Bacterias Coliformes. Apuntes del curso sobre Hidrobiología Aplicada a la Ingeniería Sanitaria

<sup>19</sup> Departamento de sanidad del Estado de N.Y. 1994 Manual de Tratamiento de Aguas Negras

Origen de las aguas residuales y  
desechos.  
Río San Juan

- c) Corriente pluviales
- d) Infiltraciones de aguas subterráneas
- e) Desechos industriales

a) *Desechos humanos y animales.* Son las exoneraciones corporales que llegan a formar parte de las aguas negras, mediante los sistemas hidráulicos de los retretes y en cierto grado de los procedentes de los animales, que van a dar al alcantarillado al ser lavadas en el suelo o en las calles. Estos desechos son los más importantes por lo que se refiere a la salud pública porque pueden contener organismos perjudiciales al hombre, por lo que su tratamiento seguro y eficaz constituye el principal problema de acondicionamiento de las aguas negras para su disposición.

b) *Desperdicios caseros.* Proceden de las manipulaciones domésticas de lavado de ropa, baño, desperdicios de cocina, limpieza y preparación de los alimentos y lavado de la loza. Casi todos estos desechos contienen jabones, detergentes sintéticos que generalmente contienen agentes espumantes y que son de uso común en las labores domésticas. Los desechos de cocina tienen partículas de alimentos y grasas, que con el uso cada vez mayor de aparatos domésticos para moler la basura, se están convirtiendo en la parte más importante de los desechos caseros.

c) *Aguas de lavado de la calle y corrientes pluviales.* Las lluvias depositan cantidades variables de agua en la tierra y gran parte de ella lava la superficie, al escurrir arrastrando polvo, arena, hojas y otras basuras. En algunas poblaciones se deja que estos escurrimientos pluviales vayan al

alcantarillado o drenaje que sirven para colectar los desechos propios de la comunidad, formando parte importante de las aguas negras. En otras, se colectan aparte estos escurrimientos para su disposición y no se mezclan con las aguas negras de la comunidad.

d) *Infiltraciones de aguas subterráneas.* El drenaje o alcantarillado que es el dispositivo para colectar las aguas negras, va enterrado, y en muchas ocasiones queda debajo del nivel de los mantos de agua subterráneos, especialmente cuando dicho nivel es muy alto a causa de una excesiva precipitación en la temporada de lluvias. Como las juntas entre las secciones de tubería que forman el drenaje no quedan perfectamente ajustadas, existe siempre la posibilidad de que se infiltre el agua subterránea. Los drenajes colectores usualmente no funcionan a presión, sino que el flujo a través de ellos es meramente gravitacional y por esto las infiltraciones no solamente son posibles, sino que son siempre considerables.

e) *Desechos industriales.* Los productos de los desechos de los procesos industriales son parte importante de las aguas negras de una población y deben tomarse las precauciones necesarias para su eliminación. En muchas regiones se colectan los desechos industriales junto con los otros componentes de las aguas negras de la población para su tratamiento y eliminación finales.

El agua contaminada se caracterizaba antes como la de aspecto turbio, con mal olor o sabor, y con bacterias patógenas, Sin embargo, factores como la

creciente población, las necesidades industriales de agua, la contaminación atmosférica, los tiraderos de desechos tóxicos y el uso de pesticidas han modificado mucho el problema de la contaminación del agua.

Muchos brotes de enfermedades o envenenamientos, como tifoidea, disentería y cólera, pueden atribuirse directamente al agua contaminada (no potable). Los ríos y arroyos son receptores donde fácilmente los centros urbanos descargan los desechos industriales y domésticos.

## ***2.2 Composición biológica de las aguas residuales.***

Las aguas residuales contienen también, aparte de los sólidos disueltos y en suspensión, incontables organismos vivos, la mayoría de los cuales son demasiados pequeños para ser visibles, excepto bajo el microscopio. Son la parte natural de la materia orgánica que se encuentra en las aguas negras y su presencia es de suma importancia porque son uno de los motivos para el tratamiento de estas aguas, y su éxito, incluyendo la degradación y descomposición, depende de sus actividades. Puede decirse con razón, que ellos son los trabajadores que emplea un operador de plantas de tratamiento de aguas negras y que su éxito puede medirse por su conocimiento y atención a los gustos y aversiones de sus hábitos nutritivos y ambientales. Estos organismos microscópicos vivos pertenecen a dos tipos generales: bacterias y otros organismos vivos más complejos.

*Bacterias:* <sup>20</sup> Las bacterias son organismos vivos, de tamaño microscópico, que constan de una sola célula y su proceso vital, así como sus funciones, son similares a los de los vegetales. Algunas bacterias son móviles, es decir, que son capaces de moverse libremente por su propia fuerza, y otras son inmóviles. Las bacterias requieren como todos los organismos vivos, alimento, oxígeno y agua. Solo pueden existir cuando el medio ambiente provee estas necesidades. Como resultado de sus procesos vitales, las bacterias dan origen a su vez a productos de desecho.

Las bacterias se clasifican en dos grupos principales: bacterias parásitas y bacterias saprófitas.

*Bacterias parásitas:* Son las que viven normalmente a expensas de otro organismo vivo, llamado huésped, porque necesitan recibir el alimento ya preparado para consumirlo; generalmente no se desarrollan fuera del cuerpo del huésped. Las bacterias parásitas que tienen importancia en las aguas negras, provienen por lo general del tracto intestinal de las personas y de los animales cuyas deyecciones van a parar a las aguas negras. Entre las bacterias parásitas se incluyen ciertos tipos específicos que, durante su desarrollo en el cuerpo del huésped, producen compuestos tóxicos o venenosos que causan enfermedad al huésped. Estas bacterias se conocen como bacterias patógenas.

Pueden estar presentes en las aguas negras que reciben las deyecciones de personas afectadas por enfermedades tales como fiebre tifoidea, disentería,

---

<sup>20</sup> Branco, Samuel M. Hidrobiología Aplicada a la Ingeniería Sanitaria.

el cólera, u otras infecciones intestinales. La posible presencia de estos microorganismos en las aguas negras, es una de las razones por las cuales deben colectarse cuidadosamente, tratarse en forma adecuada y disponerse de ellas de manera segura, para prevenir cualquier transmisión de estas bacterias patógenas de una a otra persona.

*Bacterias saprófitas.* Son las que se alimentan de materia orgánica muerta, descomponiendo los sólidos orgánicos para obtener el sustento necesario, y produciendo a su vez sustancias de desecho que consisten en sólidos orgánicos e inorgánicos. Por esta actividad son de suma importancia en los métodos de tratamientos de aguas negras ideados para facilitar o acelerar la descomposición natural de los sólidos orgánicos. Tales procesos de descomposición no progresarían sin su actividad. En ausencia de vida bacteriana (esterilidad) no tiene lugar la descomposición. Las aguas negras estériles no se sujetan a los mismos tipos de descomposición en que se basan los métodos comunes de tratamiento. Hay muchas especies de bacterias saprófitas y cada una de ellas desempeña un papel específico en la descomposición de los sólidos orgánicos. Cada especie tiende a morir una vez que ha cumplido su misión en el proceso de descomposición.

Todas las bacterias, parásitas o saprófitas, necesitan oxígeno para su respiración, además de alimento. Algunas de ellas solamente pueden usar el oxígeno disuelto en el agua, el cual se conoce como oxígeno disuelto y a veces también como oxígeno libre o molecular.

Estos organismos se conocen como bacterias aerobia y el proceso de descomposición de sólidos orgánicos que llevan a cabo se conoce como descomposición aerobia, oxidación o degradación.

Este tipo de descomposición se lleva a cabo en presencia de oxígeno disuelto, sin que se produzcan olores ofensivos o condiciones desagradables. Otros tipos de bacterias no pueden existir en presencia de oxígeno disuelto, sino que tienen que obtenerlo del contenido de oxígeno de los sólidos orgánicos y de algunos inorgánicos, el cual se hace aprovechable en la descomposición de los sólidos. A tales microorganismos se le conoce como bacterias anaerobias y al proceso de degradación de los sólidos que llevan a cabo se le conoce como descomposición anaerobia o putrefacción, es decir, es la descomposición en ausencia de oxígeno disuelto, que da origen a olores ofensivos y condiciones desagradables. En las complicadas reacciones que se verifican en la degradación de la materia orgánica, ciertos tipos aerobios se adaptan por sí mismos a vivir y funcionar en ausencia de oxígeno disuelto y se conocen como bacterias aerobias facultativas. Inversamente, algunas variedades de bacterias anaerobias pueden llegar a adaptarse a vivir y desarrollarse en presencia de oxígeno disuelto y por esto se conocen como bacterias anaerobias facultativas.

Esta adaptabilidad de las bacterias saprófitas a diversas fuentes de oxígeno, es de gran importancia en la descomposición de los sólidos orgánicos de las aguas negras, y por lo tanto, en los diversos procesos de tratamiento.

*Organismos coliformes:* Todos los animales de sangre caliente albergan en su tracto intestinal bacterias parásitas de varios tipos. A todos los miembros de este grupo específico se les conoce como grupo de bacterias Coliformes. Estos microorganismos no son patógenos y funcionan en el proceso digestivo del organismo huésped. Se descargan de los intestinos en número enorme. Siempre se encuentran en gran cantidad en las Aguas Negras, las cuales contienen usualmente de 4,000,000 a 5,000,000 de bacterias coliformes <sup>21</sup> por ml, cuando menos. Si las aguas negras están en contacto con el agua, las bacterias son arrastradas con ella y sobrevivirán por largos periodos de tiempo. En consecuencia, su presencia proporciona una evidencia positiva de contaminación y de la posible presencia de bacterias patógenas provenientes de exoneraciones intestinales de los animales.

*Otros organismos microscópicos.* Además de las bacterias se encuentran en las aguas negras otros organismos vivos, de tamaño tan pequeño, que sin el microscopio no son visibles. También están presentes en gran cantidad, aunque no en densidades tan grandes como las diversas especies de bacterias. Estos otros microorganismos tienden a ser mayores y de estructura más compleja que las bacterias. Algunos son animales y otros vegetales. Todos provienen del suelo o de los desechos orgánicos que van a formar parte de las aguas negras. Algunos son móviles (capaces de moverse) y otros no lo son. Todos requieren alimento, oxígeno y humedad. Pueden ser aerobios, anaerobios o facultativos en lo que respecta a sus requerimientos de oxígeno.

1020123766

<sup>21</sup> Departamento de sanidad del Estado de N.Y. 1995 Manual de Tratamiento de Aguas Negras

Su desarrollo es afectado por la temperatura del medio ambiente casi en el mismo grado que las bacterias. Estos organismos también actúan en la descomposición y degradación de los sólidos orgánicos de las aguas negras. Ellos emplean a los sólidos como alimento y producen desechos cuya estructura química es más sencilla. Estos productos de desecho, a su vez, sirven frecuentemente como alimento para cierto tipo de bacterias saprófitas. Muchas de las formas más grandes son predadoras y predominan sobre otros organismos, especialmente sobre las bacterias.

*Organismos macroscópicos.* Además de los dos grupos de organismos microscópicos que ya hemos descrito, muchos organismos más grandes y más complejos toman parte en la descomposición de la materia orgánica.

A estos se les llama macroscópicos, es decir, visibles a simple vista. En estos se incluyen algunas variedades de gusanos e insectos en diversos estados de desarrollo. Algunos son activos aprovechando los recursos del tratamiento de las aguas negras y otros prevalecen en corrientes altamente contaminadas por aguas negras u otros desechos orgánicos.

Algunas formas de todos estos organismos, microscópicos y macroscópicos, son esenciales para la descomposición ordenada de la materia orgánica en la naturaleza, y por consiguiente, son igualmente esenciales para el funcionamiento adecuado de los métodos usuales de tratamiento de aguas negras. De hecho, los organismos biológicos son los que en realidad llevan a cabo el proceso de tratamiento y la única responsabilidad del operador consiste en procurar las condiciones ambientales adecuadas que mejor se ajusten a ellos.

*Virus:* Hay otra forma de vida que se encuentra en las aguas negras, interesante para el operador de plantas de tratamiento de aguas negras; la de los virus. Estos son todavía más pequeños que cualquiera de los otros organismos microscópicos, y demasiados pequeños para poder ser observados al microscopio ordinario que se usa en los trabajos de bacteriología. No tienen un papel importante en el proceso de tratamiento de las aguas negras; su importancia estriba en que, como las bacterias patógenas, son los agentes causales de cierto número de enfermedades en el hombre. Algunos, como el virus de la hepatitis, se desarrollan en los intestinos del hombre y son arrastrados por las materias fecales hasta las aguas negras.

***Estado de las aguas negras.***

La extensión y naturaleza de la descomposición bacteriana de los sólidos en las aguas negras, ha dado origen a ciertos términos que describen las condiciones o estado de las aguas negras.

*Aguas negras frescas.* Como su nombre lo indica, son las aguas negras en su estado inicial, inmediatamente después de que se han agregado los sólidos del agua. Contienen el oxígeno disuelto presente en el agua de abastecimiento y permanecen frescas mientras haya oxígeno suficiente para mantener la descomposición aeróbica. Tales aguas negras son turbias, con sólidos en suspensión o flotando, de color grisáceo y tienen un olor mohoso no desagradable

*Aguas negras sépticas.* El término describe a las aguas negras en las que se ha agotado completamente el oxígeno disuelto, de manera que han entrado en descomposición anaeróbica los sólidos con la consiguiente producción de ácido sulfhídrico y de otros gases. Tales aguas negras se caracterizan por su color negrozco, su olor fétido y desagradable y por tener sólidos suspendidos y flotantes de color negro.

*Aguas negras estabilizadas.* Son las aguas negras en las que los sólidos han sido descompuestos hasta sólidos relativamente inertes que no están sujetos a descomposiciones ulteriores, o que son descompuestos muy lentamente. El oxígeno disuelto está nuevamente presente por haber sido absorbido de la atmósfera; su olor es ligero o nulo y tiene pocos sólidos suspendidos.

### **2.3 Principales contaminantes del agua.**

**Materia orgánica:** Esta es producida principalmente por desechos domésticos así como residuos de ciertos procesos de fabricación.

La materia orgánica al ser degradada por las bacterias existentes en el agua, consumen una gran cantidad de oxígeno disuelto en ella, poniendo en peligro la vida acuática en general, si la demanda de este elemento es mayor que su suministro.

**Calor:** Grandes volúmenes de agua utilizados por las plantas termoeléctricas y por la industria de refrigeración, son devueltos

generalmente con una temperatura superior a la de la corriente receptora, lo cual altera su condición de oxígeno, entre otras implicaciones.

*Desechos ácidos y alcalinos:* La acidez y alcalinidad de las aguas residuales industriales, son parámetros importantes de medir, porque pueden producir condiciones sumamente perjudiciales en las aguas en que son vertidas.

Las principales industrias que descargan aguas residuales conteniendo compuestos ácidos y/o alcalinos son: productos químicos, pulpa y papel, metalúrgica, galvanoplastia, textiles y tenerías.

El daño principal que dichos contaminantes ocasionan a los cuerpos receptores de aguas en que son vertidos es la creciente mortandad de la vida acuática en general, además, de otros trastornos que se presentarían al usarse a dichos cuerpos como fuente de abastecimiento público o centro de recreación.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

***Recolección de aguas residuales:***

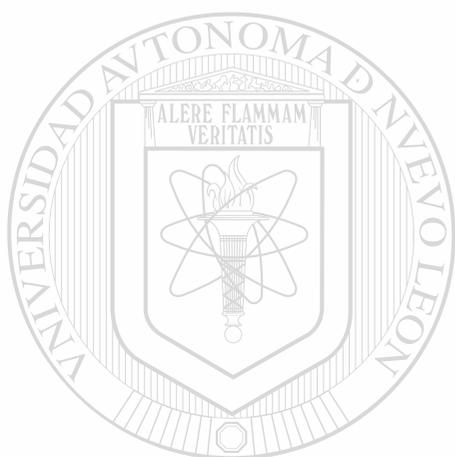
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

En las poblaciones no sólo es conveniente sino necesario recolectar las aguas que hayan sido utilizadas para fines domésticos o industriales, mediante sistemas de alcantarillado subterráneos que conduzcan las aguas pluviales y residenciales mezcladas o en forma separada hasta una posterior disposición de las mismas.

Existen dos tipos de sistemas de alcantarillado: el sistema separado, más recomendado pero generalmente de mayor costo, formado por dos conductos

independientes, uno pluvial y otro sanitario; y el sistema combinado, el cual conduce mezcladas ambos tipos de aguas. Este último es el sistema que más se emplea en nuestro país.

Una vez recolectadas las aguas, usualmente son descargadas a corrientes naturales sin previo tratamiento, provocando en esta forma los problemas expuestos anteriormente.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## 2.4 ANÁLISIS Y RESULTADOS:

A diferencia de los factores químicos y fisicoquímicos, en el caso de los factores biológicos, como los son los coliformes fecales y totales, no se tiene una referencia establecida en alguna norma ni en los criterios ecológicos, en los que se haga referencia en cuanto a los límites establecidos sino que solo existen criterios generales o referencias en cuanto a estos.

Esto obedece a que el comportamiento de los coliformes, por el hecho de tratarse de aspectos biológicos tienen patrones de ubicación y desarrollo que no cumplen con normas, dado que se rigen por ordenamientos naturales, por lo que es difícil tratar de realizar estudios estadísticos en cuanto al comportamiento de estos.

Existen factores que influyen en el desarrollo y crecimiento de los coliformes entre los cuales podemos mencionar los siguientes:

a).- *Temperatura*: Este factor influye en el crecimiento y desarrollo de los coliformes, por lo que dependiendo de esta, los valores de la cantidad de coliformes que se obtienen en las muestras obtenidas pueden variar.

b).- *Estación de año*: Este aspecto esta muy ligado al anterior e influye en forma similar.

c).- *Distribución*: Este factor se refiere a la distribución discreta que tienen los coliformes en las aguas en las cuales se encuentran, es decir, no se

encuentran distribuidas uniformemente, sino que están en una forma aleatoria y en concentraciones muy variadas.

*d).- Aglomeración:* Las bacterias se aglomeran lo cual origina que en una muestra se pueda obtener una concentración muy alta y en otra muestra tomada en el mismo lugar o en un lugar cercano se obtenga una concentración muy baja.

*e).- Repetibilidad:* Este es un factor importante y uno de los que origina el hecho de que no se pueda definir algún límite en cuanto a la concentración de las bacterias (coliformes).

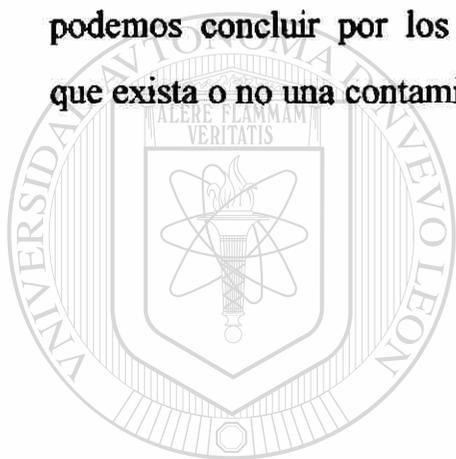
De acuerdo a los resultados obtenidos en las diferentes estaciones de muestreo, podemos observar que se tienen una gran diferencia entre una estación de muestreo y otra, ya que por ejemplo en la estación ubicada en China (No. 7) se observó una concentración de 892, mientras que en la estación Río Pesquería (No.13) se encontró una concentración de 92,000,100.

Este tipo de análisis es básicamente de monitoreo y sirve para poder definir en un momento dado, el tomar alguna acción no propiamente en la afluyente, sino en encontrar la razón que haya originado la alta concentración de coliformes.

Cabe mencionar como ya he dicho anteriormente, que en la cuenca del Río San Juan, existen afluentes cuyas aguas sirven para alimentar la presa el Cuchillo, y otras cuyas aguas no van a dar a la presa, sino que son utilizadas para fines de riego. En el caso de las aguas que dan a la presa, estas

recibirán un tratamiento para su purificación y en el caso de tener altas concentraciones de coliformes, el tratamiento más común es la aplicación de cloro, es decir la cloración.

Por lo anterior, es difícil él poder definir sobre la base de estos datos, si una estación de monitores esta o no contaminada. Podemos decir que en la muestra obtenida existe una alta o baja concentración de coliformes, pero no podemos concluir por los diferentes factores mencionados anteriormente, que exista o no una contaminación en dicha estación.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### **CAPITULO III**

#### **TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES**

El abastecimiento de agua ha sido una de las principales preocupaciones de la humanidad. Las primeras comunidades agrícolas se establecieron alrededor de los ríos y los lagos, posteriormente las ciudades se fundaron junto a ellas y hoy día, una de las mayores preocupaciones de las grandes metrópolis de la era industrial, es la de conseguir un adecuado suministro de agua potable.

Por el agua se luchó en el pasado y se lucha en el presente. La formación de los conglomerados urbanos, complicó en forma notable el suministro de este precioso elemento. El hecho de que los ríos fueron utilizados simultáneamente como fuente de abastecimiento y como vehículo de transporte de desperdicios domésticos, creó la necesidad de traer el agua de manantiales lejanos a las ciudades. Fue la época de los grandes acueductos, técnica en que los romanos se distinguieron ordinariamente.

A medida que los conglomerados urbanos crecieron, los abastecimientos relativamente limpios de que se podía disponer, se hicieron cada vez más escasos, y fue indispensable buscar algún método de purificar el agua; inicialmente en forma doméstica y luego en forma conjunta para toda la comunidad.

Los albores del siglo diecinueve vieron las primeras instalaciones municipales de filtración. La aparición de las ciencias bacteriológicas, a mediados de dicho siglo, impulso aun más esta practica

Con el actual desarrollo industrial de nuestra época ha nacido la necesidad de abastecerse de agua con características de máxima pureza, para su uso en operaciones que las requieran. Por tal motivo se han desarrollado procesos de tratamientos para las aguas residuales

Los métodos para el tratamiento de las aguas residuales se han desarrollado persiguiendo dos fines principales: la remoción de sólidos y la estabilización biológica de la meteria orgánica. Para esto se ha tomado como modelo el proceso que la propia naturaleza lleva a cabo, poniéndolo bajo control y acelerándolo con el empleo de dispositivos ideados por el hombre.

El funcionamiento o el objetivo de una planta de tratamiento se puede resumir en los siguientes puntos:

1. - Eliminar de las aguas residuales o aguas negras, las sustancias nocivas y los materiales de desecho que contengan.
- 2.- Proteger la salud pública eliminando los organismos dañinos que transportan las aguas residuales.
- 3.- Permiten usar eficientemente el agua. Las aguas residuales ya tratadas, pueden utilizarse en diferente actividades, como riego agrícola, enfriamiento industrial, riego de parques industriales, e incluso, actividades recreativas como paseos en lancha.

4.- Protegen la calidad del agua. Al sanear las aguas residuales, se podrán disfrutar de océanos, lagos, arroyos y ríos limpios.

5.- Ayudan al ser humano a llevar una vida mas plena, disfrutando de una naturaleza sin contaminación.

Durante mucho tiempo la preocupación de todas las personas (en las que me incluyo) en lo que se refiere al consumo y más fuertemente en el suministro de agua, se limitaba única y exclusivamente a recibir el líquido en la cantidad y calidad requerida, sin considerar en como la utilizamos y a donde iban a parar las aguas de desecho.

De igual forma la planeación de los recursos hidráulicos se realizó pensando en incrementar la oferta en el servicio del agua a las comunidades.

Sin embargo, la contaminación provocada por las descargas de aguas residuales directamente en nuestras cuencas y que llegó a niveles alarmantes obligó la necesidad de tomar acciones prioritarias para solucionar el problema.

### ***3.1 SITUACIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY***

Nuestra ciudad no ha estado exenta de la problemática originada por la demanda del líquido, esto debido básicamente a dos factores, que son, un incremento demográfico acelerado y el estar situada en una región árida y que ha llevado a la necesidad de traer el agua de lugares muy lejanos a esta.

Nuestra ciudad, al igual que cualquier otra, obtiene el agua de fuentes subterráneas y superficiales. Nuestras principales fuentes subterráneas son los Pozos de Mina, Santa Catarina (La Huasteca), Pozos del área Metropolitana y del Acueducto de la Cola de Caballo.

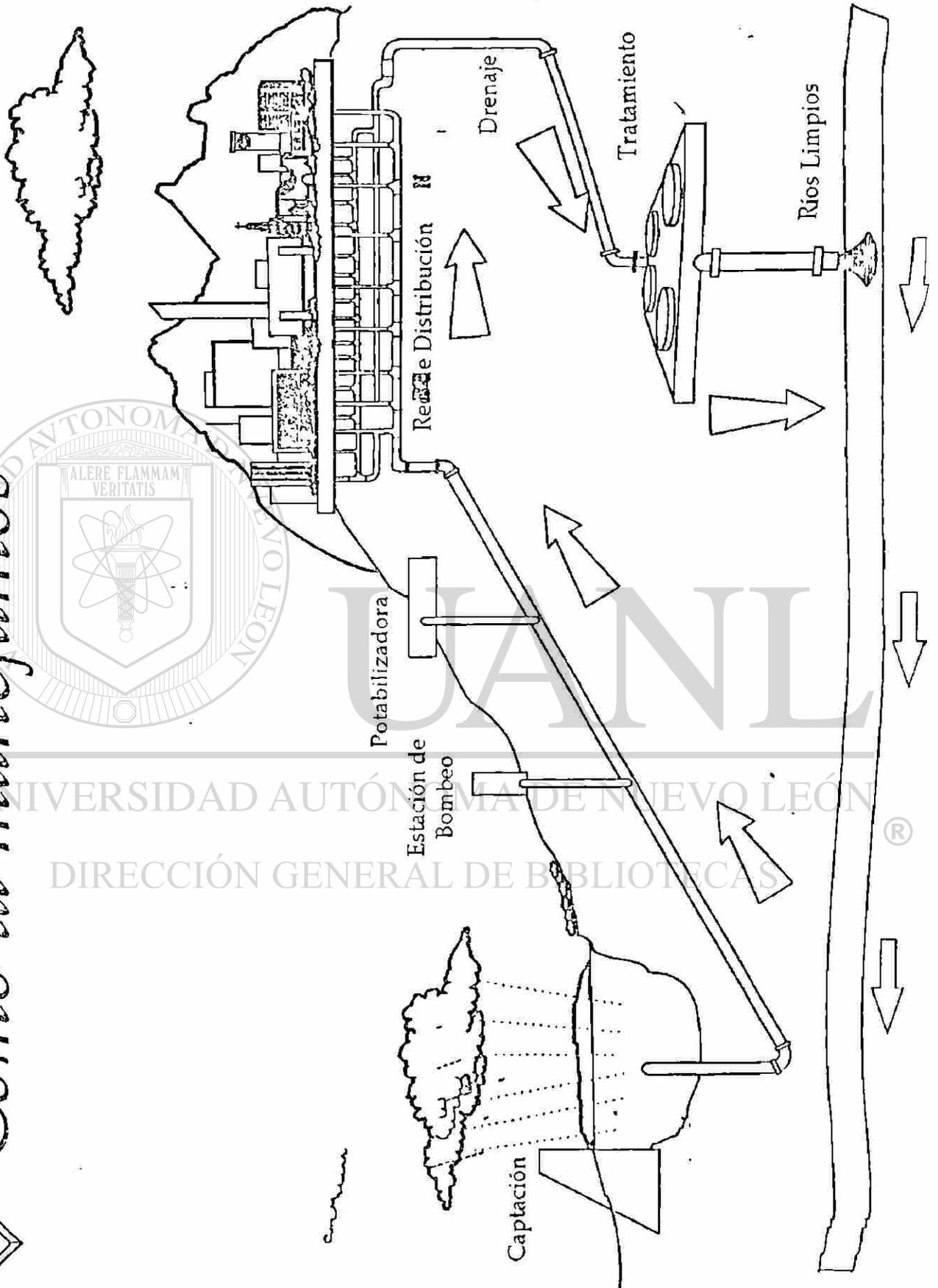
Las principales fuentes superficiales son La Presa La Boca, Presa Cerro Prieto y Presa El Cuchillo.

El Gobierno del Estado de Nuevo León ha realizado diversas actividades con el fin de lograr satisfacer la necesidad del agua. Actualmente, a diferencia de años anteriores en que las aguas residuales eran vertidas directamente a los ríos, toda el agua residual de la ciudad es recolectada por medio de emisores y recolectores, en donde, a lo largo de una red de tuberías de 170 Kms. que se construyeron las aguas residuales son canalizadas para ser descargadas directamente a las Plantas Tratadoras. Es decir, las aguas residuales llegan a estas plantas a través de esta red y ya no son descargadas a los ríos.

Las aguas que son tratadas en estas Plantas Tratadoras, son posteriormente vertidas al Río Pesquería, conectándose posteriormente al Río San Juan, abajo de la Presa el Cuchillo y enviadas a la presa Marte R. Gómez del estado de Tamaulipas, en donde serán utilizadas con fines de riego. Es esta situación la que ha generado la disputa política entre los estados de Nuevo León y Tamaulipas pues el agua no llega a la presa en la cantidad que se había comprometido el gobierno del estado de Nuevo León (Capítulo IV)

Las aguas que van a parar a la Presa el Cuchillo, las cuales llegan por las corrientes de los diferentes afluentes del Río San Juan, son conducidas posteriormente a través del Acueducto China-Monterrey, el cual tiene un

# ◇ Como la manejamos



diámetro de 2.13 mts, a lo largo de 102 Kms. hasta la Planta Potabilizadora de San Roque y una vez potabilizada, es enviada a los tanques de almacenamiento para posteriormente por medio de la red de distribución llegar a los hogares.

Dada la escasez de agua y con el fin de satisfacer la demanda de esta, el gobierno realizó la construcción de la Presa el Cuchillo, pero para ello fue necesario construir tres plantas tratadoras Una de las acciones tomadas por el gobierno fue el de construir plantas tratadoras de aguas residuales con el fin de evitar el contaminar las cuencas.

En nuestra entidad se cuenta con tres plantas tratadoras las cuales son:

**PLANTA NORTE:**

La planta norte<sup>22</sup> está ubicada en Escobedo, N. L. y tiene una capacidad de tratamiento de 2,500 litros por segundo y con una capacidad de crecimiento de hasta 6,000 litros por segundo. Dicha planta fue puesta en operación en Julio de 1995, beneficiando a 860,000 habitantes. Su tipo de tratamiento son lodos activados con areación por difusión a contracorriente disposición de lodos es por digestión anaerobia y deshidratación mediante filtros prensa de banda y envío a relleno sanitario a Dulces Nombres.

---

<sup>22</sup> Villarreal González, Federico, Proyecto Monterrey IV. Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey

### *PLANTA NORESTE:*

La planta Noreste <sup>23</sup> está ubicada en el municipio de Apodaca N. L. y con una capacidad de tratamiento de 500 litros por segundo y una capacidad de crecimiento de hasta 4,000 l.p.s. operando desde Mayo de 1995, beneficiando a 240,000 habitantes. Su tipo de tratamiento es a través de lodos activados con aereación extendida y su disposición de lodos es de estabilización aerobia con un tanque de flotación y deshidratación mediante filtros prensa de banda y envío a relleno sanitario a Dulces Nombres.

### *PLANTA DULCES NOMBRES:*

La Planta Dulces Nombres <sup>23</sup> es la más grande de las tres y está ubicada en el municipio de Pesquería N. L. con una capacidad de tratamiento de 5,000 litros por segundo y una capacidad de crecimiento de hasta 10,000 l.p.s., empezó a funcionar a principios de 1996 y beneficiará a 1,800,000 habitantes. El tratamiento de esta planta es de lodos activados con areación por difusión con oxígeno puro y la disposición de lodos es con estabilización anaerobia, deshidratación mediante filtros prensa de banda y envío a relleno sanitario existente en esa planta. Esta planta cuenta con una planta congeneradora de energía eléctrica la cual permitirá el aprovechamiento de gas metano producido en el proceso de digestión de lodos, será la primera

---

<sup>23</sup> Villarreal González, Federico, Proyecto Monterrey IV. Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey

planta en generar energía eléctrica por lo que será un ahorro y situación ventajosa para Nuevo León.

Los beneficios que se obtendrán de la operación de estas plantas son:

- Retomar agua residual para usos agrícolas
- Disminución de los riesgos de enfermedades a los habitantes del área metropolitana de Monterrey y de la cuenca del río San Juan.
- Mejorar las características del agua y suelo principalmente en el Río Pesquería.

### **3.2 TRATAMIENTO DE AGUAS**

Los sistemas de tratamiento para su exposición los agruparemos en tres tipos, que son: a) tratamiento físico, b) tratamiento biológico, c) tratamiento químico.

No obstante lo anterior, se acostumbra hablar de tratamiento primario, secundario y terciario, y estas secuencia se refiere al nivel de calidad obtenida con el tratamiento a que ha sido sometida el agua residual. Así, un agua residual con tratamiento primario tendrá una calidad mucho menor que una sometida a tratamiento terciario

En cuanto al uso de una o varias de las unidades de tratamiento: físico, químico y biológico, estas se usarán dependiendo del parámetro o parámetros y al nivel que se quiera llegar en su remoción de agua residual.

Un tratamiento físico, es aquel que básicamente no requiere de un medio biológico ni de la adición de sustancias químicas, para la remoción de contaminantes. En cambio para un tratamiento biológico y un tratamiento químico, es indispensable la existencia de un medio biológico y de agregar sustancias químicas para la remoción de contaminantes, respectivamente.

El problema de disponer de las aguas negras fue imponiéndose debido al uso del agua para recoger y arrastrar los productos de desecho de la vida humana.

Antes de esto, los volúmenes de desecho, sin que el agua sirviese de vehículo, eran muy pequeños y su eliminación se limitaba a los excrementos familiares o individuales.

Con el desarrollo de los suministros de agua a las poblaciones y el uso del agua para arrastrar o transportar los desechos caseros, se hizo necesario encontrar métodos para disponer no solo de los desechos mismos, sino para el agua portadora. Se emplearon para ello los tres métodos posibles; la irrigación, la disposición subsuperficial y la dilución.

A medida que fue creciendo la población urbana, con el proporcional aumento de volumen de aguas negras y desechos orgánicos, resultó que todos los métodos de disposición eran tan pocos satisfactorios que se hizo imperativo tomar medidas esenciales para remediarlos y se inició el desarrollo de los métodos de tratamiento, antes de la disposición final de las aguas negras o residuales.

Los objetivos que hay que tomar en consideración en el tratamiento de las aguas residuales incluyen: <sup>24</sup>

- 1) La conservación de las fuentes de abastecimiento de agua para uso doméstico.
- 2) La prevención de enfermedades.
- 3) La prevención de molestias.
- 4) El mantenimiento de aguas limpias para el baño y otros propósitos recreativos.
- 5) Mantener limpias las aguas que se usan para la propagación y supervivencia de los peces.
- 6) Conservación del agua para usos industriales y agrícola.

Una planta de tratamiento de aguas negras se diseña para retirar de las mismas las cantidades suficientes de sólidos orgánicos e inorgánicos que permiten su disposición, sin infringir los objetivos propuestos.

Los diversos procesos que se usan para el tratamiento de aguas negras siguen estrechamente los lineamientos de los de autopurificación de una corriente contaminada.

El grado hasta el cual sea necesario llevar un tratamiento determinado varia mucho de un lugar a otro. Existen tres factores básicos determinantes:

---

<sup>24</sup> Departamento de Sanidad del Estado de N.Y. Tratamiento de Aguas Negras

- 1) Las características y a la cantidad de sólidos acarreados por las aguas residuales.<sup>25</sup>
- 2) Los objetivos que se propongan en el tratamiento.
- 3) La capacidad o aptitud que tenga el terreno o el agua receptora.

### **3.3 TRATAMIENTO PRELIMINAR:**

Se ha dado en llamar así al conjunto de medidas que generalmente se emplean para remover, de las aguas residuales, los objetos que por su volumen o peso pueden entorpecer el buen funcionamiento de los dispositivos mecánicos, tales como bombas o tuberías.

Entre los tratamientos preliminares y que se pueden calificar como físicos podemos mencionar Rejas, Tamices y Trituradores.

*Rejas:* Es un dispositivo con aperturas generalmente de tamaño uniforme, utilizado para retener sólidos de cierto tamaño que arrastra el agua residual.

El tratamiento previo generalmente consiste en una serie de rejillas o cribas que retienen material voluminoso que pudiera originar problemas al sistema como ya se aclaró antes. De un tiempo a la fecha se han venido empleando, conjuntamente con las rejillas, otros dispositivos suplementarios con el propósito de reducir el tamaño de los sólidos retenidos, moliéndolos o triturándolos.

---

<sup>25</sup> Bueno, José Luis, Procedimiento de Medición de Pruebas de Laboratorio para el control de Operación de Plantas de Tratamiento de Aguas residuales.

Generalmente en los sistemas colectores combinados de aguas residuales, se encuentra mucha materia arenosa o granular que si no es removida causa desgastes y obstrucciones en bombas y tuberías. Para esto se construyen los llamados canales desarenadores, que funcionan como un tanque sedimentador en el que mediante el control de la velocidad del flujo se mantiene en suspensión la materia orgánica de menor peso específico que la materia mineral, favoreciendo el depósito de esta última.

Aún cuando los tratamientos propiamente dichos, que se aplican a las aguas usadas en función de una serie de factores constituyen de por sí un medio eficaz de reducir la carga polucional, es necesario aplicar al residuo líquido un tratamiento preliminar, con objeto de proteger las instalaciones y su funcionamiento que constituyen las obras de tratamiento y por otra parte reducir las condiciones indeseables relacionadas con la apariencia estética de esas plantas de tratamiento.

*Tamices:* Su función es similar a las de las rejas, solo que se emplean para sólidos o materiales menos grueso, y son placas perforadas o mallas metálicas. También los hay de limpieza manual o limpieza mecánica. Generalmente sus aperturas ranuradas son de 3 mm. De anchura o menos.

*Trituradores:* Consisten en unos dispositivos que trituran el material retenido en la reja, sin eliminarlo del agua residual. Un tipo de dispositivo triturador, es el que consta de una reja tipo tambor giratorio de eje vertical provisto de ranuras de 6mm. En las máquinas pequeñas y de 10mm, en las grandes.

El tambor, que funciona casi sumergido, está provisto de unos dientes cortantes de estelita y unas barras cizalla recubiertas asimismo de estelita

Entre los elementos extraños, asociados al agua, que es motivo suficiente para tales tratamientos preliminares, pueden citarse: arena (fina y gruesa) grava, trapos, papeles y otros materiales sólidos provenientes de una descarga incontrolada en el sistema de alcantarillado.

Los materiales antes citados se pueden dividir en dos grupos:

- 1- Aquellos que por su tamaño y consistencia pueden ser separados con la ayuda de equipos especiales.
- 2- Aquellos que por su peso específico pueden ser separados aprovechando la acción de la gravedad.

En el caso de los primeros, son utilizados varios aditamentos para la separación de sólidos gruesos:

- a.) Rejas
- b.) Tamices
- c.) Cedazos finos y microfiltros
- d.) Trituradores

Otros sólidos, como los suspendidos o en suspensión son eliminados, parte de ellos dentro de los procesos de tratamientos primarios.

El material separado por rejillas, tamices, trituradores y cedazo es ofensivo y compuesto principalmente por sólidos orgánicos putrefacibles y en consecuencia es conveniente el disponer de tal manera que no provoquen condiciones sanitarias y estéticas indeseables en el sitio de la planta o sus alrededores.

En plantas pequeñas se acostumbra enterrar el material separado en pequeñas zanjas excavadas en áreas libres o en zonas cercanas, naturalmente cuando existe área disponible, de lo contrario han de disponerse los sólidos separados en instalaciones medianas y grandes mediante secamiento parcial (centrifugación) reduciendo la humedad original, mediante incineración o digestión, conjuntamente con los sólidos separados por los clarificadores de la planta.

### **3.4 TRATAMIENTO PRIMARIO**

Consiste básicamente en la separación de los sólidos sedimentables o flotables no removidos en el pretratamiento y la disposición final de los mismos.

Se lleva a cabo en un tanque de sedimentación donde las partículas suspendidas se aglomeran aumentando su peso volumétrico e incrementando su velocidad de asentamiento, arrastrando a su paso materia finamente dividida que no sedimentaría por sí misma.

Cuando en una planta se cuenta únicamente con los dos tipos de tratamiento antes mencionados, es conveniente dar al afluente un tratamiento último de cloración que elimina cierto tipo de bacterias dañinas a la salud.

Entre los tratamientos primarios podemos mencionar: Desarenadores, Flotación, Sedimentación, etc.

*Desarenadores:* Las aguas negras contienen, por lo general, cantidades relativamente grandes de sólidos inorgánicos como arena, cenizas y grava, a los que generalmente se les llama arena. La cantidad es muy variable y depende de muchos factores; pero principalmente de si el alcantarillado colector es de tipo sanitario o combinado. Las arenas pueden dañar a las bombas por abrasión y causar serias dificultades operatorias en los tanques de sedimentación y en la digestión de los lodos por acumularse alrededor de las salidas causando obstrucciones.

Por esta razón es practica común eliminar este material por medio de las cámaras desarenadoras. Estas se localizan antes de las bombas o de los desmenuzadores y, si su limpieza se lleva a cabo mecánicamente deben ser precedidas por cribas de barras y rastrillos gruesos.

Existen dos tipos de tanques desarenadores, los de flujo horizontal y los de tipo aireado. El de flujo horizontal consiste en que el flujo atraviesa el desarenador en dirección horizontal, controlándose la velocidad rectilínea del flujo mediante las dimensiones del tanque (o canal) o mediante el uso de vertedores especiales situados en el extremo de aguas abajo del tanque.

El de tipo aireado, consiste en un tanque de aireación con flujo espiral, en el que la velocidad es controlada por las dimensiones del tanque y la cantidad del aire suministrado al mismo.

*Flotación:*<sup>26</sup> El aceite, la grasa, y otros materiales más ligeros que el agua, se separan de las aguas negras durante el reposo, subiendo a la superficie libre, de donde pueden ser desnatados. Las partículas grandes ascienden más rápidamente que las pequeñas, porque la viscosidad del líquido controla la rapidez de ascensión en forma muy semejante a la manera que lo hace en la velocidad de asentamiento.

Mientras mayor es el período de retención aumenta la oportunidad para la coalescencia o asociación de partículas ascendentes, lo mismo que en la sedimentación. Es el área horizontal del tanque, con relación al gasto de aguas negras lo que determina el grado realizable de separación.

Un tanque separador de grasas consiste en un depósito dispuesto de tal manera que la materia flotante ascienda y permanezca en la superficie del agua residual hasta que se recoja y elimine, mientras que el líquido sale del tanque en forma continua, a través de una abertura situada en el fondo.

La separación de los aceites y grasas de las aguas negras por flotación en dispositivos desnatadores puede extenderse a sustancias relativamente más pesadas que el agua soplando aire comprimido en las aguas negras. Las

---

<sup>26</sup> Prieto, Armando. Flotación y Sedimentación. Tratamiento de los Residuos Líquidos, Domésticos e Industriales.

burbujas ascendentes de aire se adhieren a esas sustancias y les imparten suficiente ligereza para mantenerlas en la espuma superficial.

Como regla general, la flotación tiene especial importancia en el tratamiento de desperdicios industriales. Algunos de los principios de flotación se utilizan en el tratamiento de las aguas negras municipales, para proyectar y operar tanques desnatadores, los que eliminan, de las aguas negras esas sustancias que forman costras y escorias a menudo espumosas, las que producen un aspecto repulsivo en la superficie de los tanques abiertos, e interfieren en la absorción del oxígeno de la atmósfera.

*Sedimentación:* La sedimentación primaria o secundaria es un tratamiento de tipo físico que se emplea para remover sólidos suspendidos de las aguas residuales. Un tanque de sedimentación se dice que es primario, cuando es únicamente para proporcionar cierto grado de tratamiento o cuando antecede a otro tratamiento principal (por ejemplo lodos activados). De acuerdo a lo anterior, un tanque de sedimentación secundaria es el usado para un tratamiento posterior al principal.

La función principal del tanque consiste en separar los sólidos sedimentables de las aguas negras, mediante el proceso de sedimentación. Los sólidos asentados se substraen continuamente o a intervalos frecuentes, para no dar tiempo a que se desarrolle la descomposición con formación de gases.

El proceso más sencillo o elemental de tratamiento que existe, es el proceso físico o mecánico, como la sedimentación, ya que esencialmente consiste en

estudiar el desplazamiento o cambio de lugar de las partículas por sedimentar dentro del agua.

### **3.5 TRATAMIENTO SECUNDARIO.**

Se conoce como tratamiento secundario al procedimiento complementario de purificación de las aguas residuales consistente en una serie de procesos biológicos y / o químicos a que son sometidos los efluentes de tratamiento primario.

Existen dos formas para descomponer el contenido orgánico de las aguas residuales: en una las bacterias utilizan el oxígeno disuelto para el desarrollo de sus procesos vitales, mientras que en otra se emplean sustancias diferentes al oxígeno como aceptores de electrones efectuándose a la descomposición en forma anaeróbica. Las dos formas de degradación bacteriana son de utilidad, pudiéndose establecer a voluntad las condiciones que favorezcan a una u otra, según lo requiera el proceso.

Por lo común, los lodos se tratan por medios anaerobios y los sólidos en solución por métodos aerobios. Desde luego, los subproductos de los dos tipos de descomposición son muy distintos, pues los que se obtienen del proceso aeróbico son estables e inofensivos, mientras que los que se obtienen de la descomposición anaerobia son en parte inestables, molestos y poco agradables.

Hay tres tipos principales de sistemas secundarios:

- a) de filtros biológicos
- b) lodos activados
- c) lagunas de estabilización.

*a). Procesos de filtros biológicos.* Se entiende por filtración a la operación mediante la cual se eliminan las partículas sólidas suspendidas en un líquido al hacerlo pasar por un dispositivo llamado filtro.

Consiste en un lecho de piedra triturada a través de la cual se hace pasar el afluente del tratamiento primario. Al ponerse en contacto el líquido con los cultivos biológicos existentes en la superficie del material filtrante, la materia orgánica es absorbida en el limo biológico y posteriormente biodegradada por los microorganismos que se encuentran en el mismo.

Los sólidos retenidos se aglomeran y flocculan en la superficie de las piedras, hasta que por su propio peso y la acción mecánica del agua se desprenden de las mismas, siendo arrastrados en el afluente.

*b). Proceso de lodos activados.* El proceso de lodo activado es una técnica en la cual el agua residual y el lodo biológico (microorganismos) son mezclados y aireados en un tanque comúnmente llamado de aireación. Los sólidos biológicos son posteriormente separados del agua residual tratada en un tanque de sedimentación y recirculados al tanque de aireación para mantener una cantidad constante de sólidos suspendidos (microorganismos). En el proceso de lodos activados, los microorganismos son mezclados completamente con la materia orgánica del agua residual, de tal manera que

la usen como comida y así puedan reproducirse. A medida que los microorganismos crecen, se agrupan y van formando flóculos para producir una masa activa de microorganismos llamada “ lodo activado ”.

El agua residual fluye continuamente dentro de un tanque de aireación, donde el aire es introducido para mezclar el lodo activado y proporcionar el oxígeno necesario para que los microorganismos remuevan con mayor rapidez la materia orgánica. La mezcla de lodo activado y agua residual en el tanque de aireación es llamada “ licor mezclado ”.

La parte fundamental del proceso se realiza en los tanques de aireación donde el licor mezclado recibe la cantidad de oxígeno necesario para sustentar los procesos de biosorción y biodegradación a una rapidez conveniente.

En los tanques de aireación, se introduce aire a presión mediante dispositivos sumergidos denominados difusores, los que a su vez, la reciben de un sistema de compresores adiabáticos.

Además de la oxigenación obtenida por este concepto, existe la introducción directa del oxígeno atmosférico como consecuencia de la turbulencia provocada por el aire inyectado.

La sedimentación de los lodos activados, se lleva a cabo en un tanque de sedimentación secundario, de donde son particularmente reciclados para mantener una concentración adecuada de ellos en los tanques de aireación; el exceso se manda al sedimentador primario o directamente a su disposición final.

c). *Lagunas de estabilización.* <sup>27</sup> La gran importancia sanitaria de las lagunas de estabilización radica en las altas eficiencias que alcanzan en la purificación de aguas residuales y en la economía que representa su construcción, mantenimiento y operación. El principal problema que representa es el de necesitar de una gran área de terreno para su instalación.

Las lagunas de estabilización se pueden clasificar en: lagunas aireadas por medios mecánicos, aerobias y anaerobias según sea la forma en que se lleve a cabo el proceso de descomposición.

*Laguna airada por medios mecánicos:* Es un estanque en el que se trata el agua residual que la atraviesa en forma continua. El oxígeno es generalmente suministrado por airadores superficiales o unidades de aireación por difusión. Las lagunas suelen clasificarse en aerobias o aerobias-anaerobias.

El contenido de una laguna aerobia está totalmente mezclado y no sedimentan ni los sólidos entrantes ni los biológicos producidos a partir del agua residual.

La función esencial de este tipo de laguna es la estabilización de desechos orgánicos.

En el caso de una laguna aerobia-anaerobia o facultativa el contenido del estanque no está totalmente mezclado, y gran parte de los sólidos entrantes y los biológicos producidos se sedimentan hacia el fondo de la laguna. Cuando comienza a aumentar la cantidad de sólidos, parte de ellos sufrirán una

---

<sup>27</sup> Aguirre, Jorge. *Lagunas de Estabilización.* Apuntes del Curso Intensivo sobre Tratamiento de los Residuos Líquidos, Domésticos e Industriales.

descomposición anaerobia. Por lo tanto, el efluente de este tipo de laguna estará más altamente estabilizado.

Las lagunas facultativas tienen propiedades comunes a las aerobias y anaerobias; es decir, mientras que en la parte superior existe actividad aerobia, en el fondo, donde ya no alcanza a penetrar la luz solar y por consiguiente, ya no hay generación de oxígeno por fotosíntesis, la actividad bacteriana es francamente anaerobia.

*Lagunas aerobias:* Esta es una laguna de estabilización que contiene algas y bacterias en suspensión y en toda su profundidad pervalecen las condiciones aerobias. Los procesos que tienen lugar en las lagunas aerobias son similares a los que se presentan en los lodos activados, con la importante diferencia de que mientras en éstos la oxigenación es mecánica, en las lagunas aerobias el oxígeno proviene de la fotosíntesis efectuada en unas plantas microscópicas llamadas algas. Puesto que la fotosíntesis depende de la energía solar, es esta la razón por la cual se requieren grandes extensiones de terreno para tratar aguas residuales con este sistema.

Básicamente existen dos tipos de estanques aerobios, los someros y los profundos. En el primero el objetivo es elevar al máximo la producción de algas y su profundidad suele limitarse de 15 a 45 cms. En el segundo tipo, el objetivo es elevar al máximo la cantidad de oxígeno producido, y en este caso se utilizan estanques de hasta 1.5 mts. De profundidad.

*Lagunas Anaerobias:* Estas lagunas son anaerobias en toda su profundidad excepto en una capa extremadamente delgada en la superficie. Con el objeto

de conservar la energía térmica y mantener las condiciones anaerobias, estos estanques se construyen a profundidades de hasta 6.0 mts.

En las lagunas anaerobias no existen tantas condiciones de diseño como en las aerobias. Puesto que la actividad bacteriana depende de la existencia de oxígeno, no es necesario cumplir con los requerimientos de grandes áreas y bajas profundidades que permitan el mejor aprovechamiento de la energía solar. Por lo tanto, pueden ser construidas en áreas menores y profundidades mayores con el consecuente ahorro económico. Sin embargo, los subproductos de los procesos biológicos de las bacterias anaerobias son sumamente desagradables al olfato, por lo que es su principal inconveniencia.

### **3.6 TRATAMIENTOS AVANZADOS DE AGUAS RESIDUALES**

*Coagulación-sedimentación.* Cuando la corriente que proviene del tratamiento secundario contiene partículas de sólidos en estado coloidal, cuya carga electrostática las mantiene en suspensión, es conveniente agregar determinadas sustancias químicas que provoquen agrupación de tales partículas, hasta formar una masa compacta, que se sedimenta. Este proceso puede ser empleado para incrementar la remoción de sólidos del afluente que proviene del tratamiento primario o secundario. Con el control apropiado, puede reducirse, por ejemplo, la concentración de fosfatos en más del 90 por ciento.

*Adsorción.* <sup>28</sup> Una vez removidos la mayoría de los sólidos, el siguiente problema consiste en disponer de aquella materia orgánica que no fue eliminada en el tratamiento biológico. La adsorción en este caso consistirá en hacer pasar el afluente a través de un lecho de carbón activado que elimina más del 98 por ciento de materia orgánica. Para abatir el costo de este proceso, el carbón granulado ya usado puede ser limpiado por medio de un tratamiento calorífico pudiendo rehusarse.

Una alternativa de uso de carbón activado consiste en espolvorearlo directamente sobre la corriente, provocando que la materia orgánica se adhiera fuertemente a partículas del mismo, las cuales debido a la acción posterior de sustancias químicas coagulantes, son sedimentadas y removidas.

## FILTRACIÓN

Filtración <sup>29</sup> es la operación unitaria en la que se hace pasar un flujo de agua a través de un medio poroso para eliminar las partículas sólidas en suspensión o coloidal.

El medio poroso filtrante puede estar constituido por un lecho simple, doble o múltiple usando comúnmente como medio poroso filtrante arena, antracita, granate, tierra diatomacea o combinaciones de estas.

<sup>28</sup> Izurieta, Edmundo. Adsorción. Apuntes del Curso Intensivo Tratamiento de los Residuos Líquidos, Domésticos e Industriales

<sup>29</sup> López Salinas, Pedro. Filtración por Arena. Apuntes del Curso Intensivo Tratamiento de los Residuos Líquidos, Domésticos e Industriales

La operación de filtrado se hace a través del medio poroso filtrante y a medida que va reteniendo la materia en suspensión o coloidal, el medio filtrante se va tapando aumentando la resistencia al flujo, en este estado es necesario limpiarlo y usualmente se hace la limpieza invirtiendo el flujo a velocidad más alta y en ocasiones es necesario utilizar aire.

Después de esto el filtro está en condiciones de iniciar la operación de filtrado nuevamente. La filtración es básica en el tratamiento de agua para usos municipales y en la actualidad se ha incorporado ampliamente como tratamiento terciario de aguas negras.

Hay dos tendencias actuales, una es la de eliminar los filtros haciendo los sólidos más sedimentales y la otra, es la de aplicar cargas mayores a los filtros haciendo los sólidos más filtrables.

La segunda tendencia parece más lógica y es la que se está llevando a cabo actualmente con la intención de reducir los costos de inversión inicial de las plantas.

La filtración rápida utiliza como medio filtrante arena o antracita; con flujo en la dirección del material fino al grueso.

En la práctica, el agua se acondiciona en el pretratamiento, esto es, coagulación y sedimentación, para que el filtro realice su función con agua de la mejor calidad posible. El material removido se encuentra a los 15 cms. superiores del lecho.

Modernamente se usan los filtros rápidos y estos son de dos clases: de presión y de gravedad. En las instalaciones industriales se usa siempre el

primero, pero cuando se manejan grandes volúmenes de agua se usa el de gravedad.

Los factores que influyen en la elección del tratamiento de aguas negras son muchos y podemos citar por ejemplo:

- a.) Tipo de contaminantes en las aguas
- b.) Cantidad de contaminantes.
- c.) Uso final de las aguas tratadas.

Se deben de analizar los desechos líquidos domésticos e industriales para conocer íntegramente el papel que juegan aquéllos constituyentes de los mismos, que pueden causar dificultad para su tratamiento, evacuación o para facilitar la elección del tipo de tratamiento más conveniente.

## ***CAPITULO IV***

### ***EL AGUA EN EL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY: SU IMPACTO SOCIAL, POLÍTICO Y ECONÓMICO.***

Es de todos conocido que el agua es esencial para la vida, no solo humana, sino todo tipo de vida que exista, de ahí la frase “ El Agua Es Vida” la cual quizás no requiera ser evidenciada pues se comprueba casi a diario.

Desde la existencia misma del hombre se ha tenido una lucha por obtenerla, ya que de este elemento depende todo lo que tiene vida sobre la tierra. Pueblos y aun civilizaciones enteras han dedicado enormes esfuerzos para disponer de ella cuando es escasa, o para dominarla si la hay en exceso.

La ciudad de Monterrey y su área Metropolitana no han sido la excepción, y aunque en este caso es escasa, es aquí donde se ha desarrollado una de las luchas más difíciles para obtenerla.

La disponibilidad del agua es de 1,336.8 millones de Kilómetros cúbicos, pero desafortunadamente un 97.2 % está en los océanos, el 2.15 % está congelada en los polos y glaciares, y solamente menos del 0.64 % corresponde a las afluentes que abastecen al hombre, esto representa, que en los lagos, ríos, lagunas y depósitos subterráneos que existen solo se cuenta con 8.3 millones de kilómetros cúbicos para alimentar a la población mundial.

Pero aunado a esto, la distribución de esta pequeña proporción del líquido no es proporcional en el planeta, en las zonas húmedas y tropicales su abundancia en ocasiones amenaza la seguridad de sus habitantes, mientras que en las regiones áridas y altas la escasez es dramática.

Nuevo León se encuentra ubicado en una zona semi-desértica, razón por la cual, en forma permanente ha existido una lucha para lograr imponerse a estas condiciones adversas. En esta lucha, el agua es el elemento más importante. Su papel es definitivo para el desarrollo y crecimiento.

En el caso específico de la cd. de Monterrey y su área metropolitana, existen escasos ríos, con caudales poco significativos y las lluvias en esta región son irregulares y de poca precipitación

Aquí en Monterrey el agua ha jugado un papel importante, esto no es reciente y se remota a más de 400 años en los cuales el agua junto con otros recursos han influenciado en la vida y desarrollo de la ciudad.

En Monterrey, podemos decir que el problema de la escasez del agua es el más importante y el que ha influido en una forma contrastante, pues si bien es cierto su escasez ha influido en el carácter de sus ciudadanos, ha sido también esta en forma irónica la que en ocasiones frenan su desarrollo, pues por el agua embravecida de sus ríos, Monterrey ha sido en siete ocasiones afectada por graves inundaciones.

El destino de Monterrey fue influenciado por el agua. Hace poco más de cien años las primeras fábricas que se establecieron en la ciudad, surgieron porque aseguraron la disponibilidad del agua y al progresar generaron nuevas industrias hasta convertir a la ciudad en lo que hoy es, un centro industrial importante del país.

Sin embargo, en la actualidad, a diferencia de sus inicios, Monterrey casi no tiene agua, la ciudad está enclavada como ya se mencionó en pleno semidesierto, donde la falta de agua es crítica, existen muy pocos ríos; son de escasos caudales y sus períodos de lluvia son muy raquíticos e

irregulares. En Monterrey el agua es el elemento natural más escaso de todos los que se tiene.

Durante los primeros tres siglos y medio de la vida de la ciudad, la carencia de agua no causó mayores problemas a causa de las reducidas dimensiones de su población. Mas bien, sus habitantes tuvieron que luchar para protegerse de las esporádicas avenidas de los ríos. Pero de 50 años a la fecha, especialmente en los últimos 15 años, Monterrey comenzó a registrar los efectos del crecimiento demográfico explosivo, y acabo cayendo en la más grave crisis por escasez de agua de toda su historia.

El propósito de este último capitulado es el de hacer el análisis del impacto económico, político y social que ha tenido el problema del agua en el área metropolitana de Monterrey, que como veremos, si bien es cierto que el agua fue un factor importante para el desarrollo de la ciudad, también ha sido causa de enormes esfuerzos para obtenerla y que los impactos que se han tenido han afectado en estos tres factores en una forma determinante.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

#### **4.1 CRONOLOGÍA DE LA INFLUENCIA DEL AGUA EN EL DESARROLLO DE MONTERREY.**

*1582: El agua fue la base de la colonización del Nuevo Reino* <sup>30</sup> Se fundan las dos primeras villas del estado de Nuevo León, llamándose en ese entonces Ciudad de León (actualmente Cerralvo) y Villa de San Luis (Monterrey), su fundador fue Carvajal y de la Cueva. La decisión para fundarlas se fundamentó principalmente por la presencia del agua. Las dos fueron asentadas junto a ríos y manantiales para asegurar el abasto del agua a sus pobladores.

*1596: La presencia de agua decide la fundación de Monterrey.* <sup>31</sup> El 20 de Septiembre de 1596 atraído por la limpieza y abundancia de los caudales del manantial de los “Ojos de Santa Lucía” Diego de Montemayor fundó la ciudad de Monterrey, en compañía de otras once familias.

*1612: Una inundación destruye la ciudad.* El agua que había desempeñado un papel importante en la elección del sitio donde construir la ciudad, provoca graves problemas. Apenas 16 años después de fundada, una inundación destruyó gran parte de la ciudad. Las lluvias torrenciales hicieron subir el nivel de las aguas desplomando la mitad de las casas de la población. La ubicación de la ciudad es trasladada a terrenos más altos localizados al sur del Ojo de Agua. (actualmente Plaza Zaragoza)

<sup>30</sup> Torres López, Enrique, Santoscoy, Mario A. La Historia del Agua en Monterrey desde 1577 hasta 1985.

<sup>31</sup> Secretaría de Educación Pública; Nuevo León Monografía estatal, 1996

1636, 1642 y 1648: *El agua detiene el progreso de la ciudad.* Los esfuerzos que se han realizado para progresar la ciudad se ven nuevamente truncados por unas nuevas inundaciones. Estas inundaciones derriban todas las casas de Monterrey.

1672: *El agua causa de progreso y destrucción.* A pesar de los problemas de las inundaciones de los años anteriores la ciudad continuaba creciendo y progresando, hasta un nuevo desbordamiento, ocurrido en este año, la cual hizo huir a la mayoría de la población quedando solo 685 personas en el valle de Extremadura y en la semidestruida Monterrey. Aún así, unos años después la ciudad volvió a resurgir.

1716. *Se desborda el río Santa Catarina:* En este año ocurre la última de las grandes inundaciones de la época colonial, el río Santa Catarina se desborda después de 40 días de intensas lluvias.

---

1730: *El agua beneficia la producción agrícola y ganadera:* En las haciendas se logra incrementar la producción agrícola y ganadera gracias al agua, en Monterrey se hacían norias y pozos para abastecer a la población que así podía vivir mejor. No obstante, los beneficios no llegaban a todos. Los pozos y norias servían para satisfacer las necesidades de las familias acomodadas, mientras los peones y la gente de menores recursos tenían que acarrear agua desde los ríos o manantiales, y para la limpieza personal o el lavado de la ropa se trasladaban hasta los ríos.

*1740: la población crece.* Para 1740 la población de Monterrey ascendía a 3000 habitantes y era la ciudad más importante de todo el norte del país.

*1765: El Río Santa Catarina se vuelve subterráneo.* Un fenómeno natural ocurrido en este año convierte al Río Santa Catarina que bañaba gran parte de la región en un río subterráneo, lo cual alteró la vida de Monterrey. La súbita desaparición del caudal causó problemas aunque no muy graves a la población que se servía de sus aguas. Dentro de la ciudad se disponía de los Ojos de agua de Santa Lucía que era el manantial más importante de la ciudad, de los Ojos de Peña y Nogales y el ojo de Jagüeyes, por lo que la ciudad contaba con suficientes fuentes de aprovisionamiento para atender las necesidades de su población reducida.

*1772: Se adoptan las primeras medidas sobre el cuidado del agua.* Lo ocurrido con el Río Santa Catarina sirvió para alertar a las autoridades sobre la necesidad de establecer normas sobre el uso del agua. Y en este año se adoptan las primeras medidas exigiendo a toda la población a mostrar especial atención en el cuidado de las acequias, advirtiendo de multas para quienes no las respeten.

*1783: Monterrey tiene 4,000 habitantes.* La ciudad de Monterrey cuenta para esta fecha con una población de poco más de 4,000 habitantes. Por estos tiempos una grave sequía causó severos daños a la agricultura y la ganadería en todo el Nuevo Reino, y provocó en Monterrey un gran desempleo.

*1788: Primer depósito de agua de la ciudad y sistema de distribución.* Se construye en la Loma de Vera el obispado, la cual hizo posible que Monterrey tuviera la primera construcción para almacenamiento de agua, a fin de tener disponibilidad de ella en caso de escasez, creando así el primer depósito de la ciudad. Fray Rafael José Verger promovió además la construcción de cañerías y canales en la ciudad a fin de que la población, sobre todo la más pobre, recibiera agua en las casas. Integró así el primer sistema de distribución que existió en la capital del Nuevo Reino.

*1795 - 1799: Primeras presas para prevenir las sequías.* En este año el gobernador Simón de Herrera y Leyva ante el crecimiento de la población, decide construir dos presas dentro de Monterrey a fin de retener las aguas de los manantiales. A una se le llamó “La Presa Grande” y a la otra “La presa Chiquita”. Estas obras representaron el primer esfuerzo formal para asegurar el abastecimiento de agua a la ciudad.

*1803: Monterrey tiene 7,000 habitantes,<sup>32</sup> el agua causa nuevamente problemas.* La ciudad de Monterrey se enfrenta a un nuevo problema originado por el agua: Las epidemias. Después de la construcción de las presas, las aguas encharcadas y estancadas, los lodazales y las aguas negras que la gente arrojaba a las calles, hicieron proliferar las enfermedades declarándose una epidemia en toda la ciudad.

<sup>32</sup> Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática; 1960, VII, Censo General de Población

*1824: Nace el estado de Nuevo León.*<sup>33</sup> El 1º de Agosto de 1824, después de 244 años de existencia, el Nuevo Reino de León desaparece y nace el Estado libre y soberano de Nuevo León.

*1825: La ciudad cuenta con 15,000 habitantes.*<sup>32</sup> Por su situación geográfica, después de la guerra de Independencia, Monterrey se había convertido en un centro estratégico para el traslado de mercancía entre el norte y el sur del país. Ello propició que para este año ya se tuviera 15,000 habitantes y se desarrollara una gran actividad comercial.

*1846: El agua juega un papel importante en la guerra con E.U.* En Mayo de 1846 Estados Unidos declara la guerra a México, Monterrey se convirtió en un centro de batalla y el agua desempeña una función importante. En Septiembre 19 de 1846 justo en el 250 aniversario de la fundación de la ciudad las tropas norteamericanas llegan a Monterrey, y el 22 de Septiembre se apoderan del Obispado donde se encontraban las reservas de agua de la población, la escasez de municiones y víveres junto con la falta de agua fueron factores decisivos para la derrota de los defensores.

*1854: La disponibilidad del agua inicia la industrialización de la ciudad.*

<sup>34</sup> A pesar de los problemas que se vivían en el país, en Nuevo León se dan los primeros pasos para industrializar al estado. La disponibilidad del agua

---

<sup>33</sup> Secretaría de Educación Pública; Nuevo León, Historia y Geografía

<sup>34</sup> Torres López, Enrique, Santosooy, Mario A. La Historia del Agua en Monterrey desde 1577 hasta 1985.

fue fundamental para establecer la primera industria en Monterrey así como la apertura del puerto de Matamoros y del de Tampico.

*1872: El agua impulsa el progreso de la ciudad.* A partir de 1854 se inician a establecer diferentes industrias en la ciudad, el agua de Monterrey por fin era utilizada para impulsar el progreso de la ciudad. Ahora era necesario que se utilizara también para mejorar las condiciones de vida de sus habitantes.

*1878: Se tiene el primer sistema de agua entubada.* En 1878 se construyó el primer sistema de agua entubada en Monterrey. Iba desde una acequia llamada de las Quintas, al pie del Cerro del Obispado, hasta una fuente instalada en la plaza principal donde la gente podía abastecerse del agua.

*1889-1893: El auge industrial de Monterrey, el agua es envasada.* En 1889 se instaló la primera de las grandes industrias que daría el sello definitivo a Monterrey: La fundición de fierro denominada Número Uno, le siguió en 1890 La Compañía Minera Fundidora y Afinadora de Monterrey, y en 1890 nacen entre otras: Compañía Fundidora de Fierro y Acero Monterrey, la fábrica de jabón La Reynera, La Malinche y la fábrica de madera y camas de latón Salinas y Rocha. Se funda en 1993 la compañía Embotelladora Topo Chico y ahora el agua de Monterrey se envasaba para venderse.

*1903: Monterrey cuenta con 73,500 habitantes; se tiene abastecimiento deficiente de agua.* Pese al progreso de la ciudad, se tenían graves problemas; los sistemas de abastecimiento de agua y drenaje seguían siendo

los mismos que se construyeron durante la época de la colonia. La mayoría de norias y acequias existentes eran obsoletas e insuficientes para una población de 73,500 habitantes.

*1905: Se crea la compañía de Agua y Drenaje.* Después de mucho tiempo en que los concesionarios para manejar el uso del agua en Monterrey no cumplían sus obligaciones, en 1905 se creó la Compañía de Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, la cual se encargaría de dotar finalmente a la ciudad el agua que requería.

*1909: Se tiene el servicio de agua entubada; Monterrey se inunda.* A partir de esta fecha las norias, acequias, cañerías y papalotes eran sustituidos por los avanzados sistemas de agua entubada, con ello Monterrey adquiría la dimensión de una ciudad moderna.

Sin embargo en este año los habitantes de Monterrey tendrían que hacer frente a la mayor inundación de su historia, cinco mil personas perdieron la vida y Monterrey sufrió una gran destrucción; el agua continuaba configurando la historia de la ciudad.

*1920: La población se duplica; los servicios de agua están estancados.* El estancamiento en los programas y obras para mejorar los servicios de Agua y drenaje son latentes; entre tanto para esta fecha la población de Nuevo León se duplica y llega a 336,412 habitantes, se agudizan los problemas para abastecer de agua a la población.

*1939: La mitad de Monterrey sin agua ni drenaje.* Con el paso de los años la escasez del agua se agrava debido principalmente a la política ventajosa y abusiva de la compañía concesionaria, la mitad de los habitantes no tenía servicios de agua y drenaje y los índices de enfermedades infecciosas eran los mayores de su historia. La causa de estos altos índices era la falta de agua.

*1945: La compañía de Agua y Drenaje pasa a manos del Estado. Un grave problema: la escasez de agua.* Un estudio en el que se investiga los problemas urbanos, califica a la escasez de agua como el problema más grave al que enfrentaba la ciudad. No más del 40% de los habitantes de la ciudad gozan del servicio de agua y drenaje. Se propone comprar la compañía de agua y drenaje, la cual por arreglos del gobernador Arturo B. De la Garza pasa a manos del Estado.

*1950: La población del área metropolitana crece aceleradamente.* A partir de este año el número de habitantes creció año con año a un ritmo impresionante; los servicios públicos se congestionaron ante una demanda que aumentaba explosivamente, aparecen carencias urbanas donde antes parecía haber plena satisfacción de las demandas, especialmente agudiza la escasez del agua. Para estas fechas la ciudad recibía solo 800 Litros de agua por segundo cuando su población requería el doble.

*1952: Los esfuerzos por satisfacer la demanda no son suficientes.* En este año cuando gobernaba Morones Prieto el abastecimiento de agua era de 1,031 litros por segundo; las redes se habían extendido para servir a

187,385 habitantes y se disponía de 37,477 tomas domiciliarias. Monterrey sufre la aguda escasez de agua.

*1956: Se inicia la construcción de la presa La Boca.* Siendo gobernador Raúl Rangel Frías, en Monterrey se habían realizado enormes esfuerzos para satisfacer la demanda del agua. Se contempla la construcción de la presa La Boca, este almacenamiento estaría destinado a utilizarse para la agricultura, se almacenaba 7 millones de metros cúbicos. Al terminar su administración la obra estaba concluida y se contaba con un almacenamiento que alcanzó los 40 millones de metros cúbicos.

*1961: El agua de la presa de La Boca para la comunidad.* El gobernador Eduardo Livas Villarreal cambia el destino de la presa de la Boca, cuyas aguas eran para uso en la industria. Se inicia el tratamiento de aguas negras. Las tomas domiciliarias aumentaron a 114,496; los habitantes beneficiados eran 686,496 y el número de hogares con drenaje llega a 71,638.

*1968: Aumenta la población que carece de servicio de agua potable.* Dado el crecimiento demográfico que se tenía, el número de personas sin agua iba en aumento en vez de disminuir. Se estima en 300,000 el número de habitantes sin agua

*1979: La escasez de agua provoca violencia.* A estas fechas y movidas por el auge de la ciudad, se establecen colonias irregulares en las cuales vivían aproximadamente 500,000 personas sin los servicios de agua y drenaje. Se inicia la repartición del agua por medio de pipas y en donde se llevan

disputas fuertes por obtenerla, llegando al extremo de conectarse ilegalmente a las tomas de la red pública. En otros casos se llegó a comercializar el agua cometiendo abuso contra los más pobres al venderla cara y sucia.

*1980: Se racionaliza el suministro del agua.* Dado que la demanda del agua para estas fechas era muy superior a la que se podía abastecer, el gobierno, en un intento desesperado y tratando de aliviar la situación, se vio en la necesidad de racionar el suministro, llegando a tener 2 ó 3 horas como máximo al día de disponibilidad.

*1980: Se implanta el Plan Hidráulico de Nuevo León.* Con el fin de poder tomar acciones a largo plazo, el gobierno pone en marcha el Plan Hidráulico el cual comprende la construcción de presas y de un anillo de transferencia así como de los tanques de San Roque y Altamira.

*1981: Se inicia la construcción de la presa Cerro Prieto e inicia el programa "Cultura del Agua"* Dado que la demanda del agua era cada día mayor y no se podía aumentar la oferta, se inician campañas para concientizar a la población acerca de la importancia de hacer un uso racional del agua.

Así mismo en este año se inicia la construcción de la presa Cerro Prieto la cual tendría una capacidad de 400 millones de metros cúbicos. En esto se incluía la construcción del acueducto, las estaciones de bombeo y la planta potabilizadora.

*1982-1983: Se tiene la peor escasez de agua, el almacenaje de la presa La Boca baja más del 50% de su capacidad. Durante este año las lluvias prácticamente fueron nulas en la ciudad, esta situación hizo más agudo el problema del abastecimiento del agua, así mismo, los mantos acuíferos se agotan aceleradamente. La presa La Boca, cuya capacidad es de 40 millones de metros cúbicos, bajó su almacenamiento a 18 millones de metros cúbicos.*

*1984: Se inaugura la presa Cerro Prieto. Después de muchos obstáculos, por fin es inaugurada la presa Cerro Prieto con lo cual se aumentaba considerablemente el suministro de agua a la ciudad. De 6.5 metros cúbicos por segundo, el suministro aumentó a 8 metros cúbicos por segundo.*

*1990: No es resuelto totalmente el problema de la escasez de agua. A pesar de haber aumentado considerablemente el suministro de agua a la ciudad, en este año fue necesario reducir substancialmente el suministro de un promedio de 8 a 10 horas, a solo entre 4 y 6 horas diarias. Era necesario buscar nuevos abastecimientos de agua para satisfacer la demanda actual y futura.*

*1991 Se inicia el proyecto para la construcción de la presa El Cuchillo. Con el objeto de dar una solución definitiva al problema de suministro de agua al área metropolitana de Monterrey, se inicia el proyecto para la construcción de la presa de almacenamiento El Cuchillo.*

*1994: Entra en operación la Presa El Cuchillo.* A partir de este año se empieza a recibir agua de la presa El Cuchillo logrando incrementar el suministro de agua potable al área metropolitana de Monterrey de 8 metros cúbicos por segundo a 9.8 metros cúbicos por segundo.

A pesar de estas acciones, en los últimos años la capacidad de oferta ha sido superada por la creciente demanda del agua. Se estima, de acuerdo con los índices de crecimiento de los últimos años, que para el año 2005 la población del área metropolitana de Monterrey alcance alrededor de los 5,000,000 de personas.

Este crecimiento demográfico, aunado a las condiciones climatológicas adversas de la región, al desarrollo industrial y comercial de la ciudad han generado el agudo problema de la escasez de agua.

Los efectos que se han tenido por este problema, se han dejado ver tanto en lo económico, político y social.

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## **4.2 IMPACTO SOCIAL:**

Si bien es cierto que el problema de la escasez del agua se ha hecho crítica en los últimos 20 años, y que esto a creado un sinnúmero de problemas para poder satisfacer su demanda, llegando en algunas ocasiones hasta la violencia en la lucha por obtenerla, también es cierto, el hecho de que fue el agua el recurso natural que decidió la construcción de la ciudad de Monterrey y que ha sido un factor determinante para el desarrollo de la misma, hasta llegar a ser lo que hoy es, la segunda ciudad industrial del país.

Sin embargo, el hecho de ser una de las ciudades industriales más importantes ha tenido un costo más y nos referimos no solo al aspecto económico, sino en el aspecto social, aquí se han tenido repercusiones de las cuales es difícil poder escapar.

---

Durante su historia, el agua ha influido en diferentes aspectos en el desarrollo de la ciudad y podemos decir que, debido a su actividad social y económica, se obtuvo un gran impulso atrayendo una gran cantidad de gente que con el transcurso del tiempo ha generado un problema de crecimiento demográfico, el cual en los últimos 35 años ha sido explosivo.

En sus orígenes, la abundancia del agua hacía pensar que esta no llegaría a faltar, a pesar de estar en una región árida, en cada casa existía una noria y la obtención del líquido era fácil y barata.

Después, dada la cantidad de agua que se tenía, atrajo a personas interesadas en iniciar a operar industrias las cuales fueron creciendo en

una forma acelerada. Esto lógicamente era un beneficio para sus habitantes, su vida empezó a mejorar, se empezó a tener un crecimiento demográfico que en un principio no alarmo, sino que al contrario era un indicio del progreso que se estaba teniendo.

Pero así como en este aspecto el agua estaba beneficiando, por otro lado, debido a fenómenos naturales, también fue el agua la que causo las primeras tragedias al inundarse la ciudad en repetidas ocasiones durante un lapso de tiempo que abarco desde 1612 hasta 1716.

Sin embargo, la ciudad continuó su desarrollo, continuaban instalandose nuevas industrias y la población continuaba creciendo, el suministro de agua aún era adecuado y las fuentes de abastecimiento suficientes.

Podemos decir, que hasta los años 1854 y 1872, en que el agua fomenta la industrialización de la ciudad y después impulsa el progreso de la ciudad respectivamente, el impacto social que había tenido se veía reflejado en el crecimiento demográfico de la ciudad.

Sin embargo, este crecimiento demográfico que se estaba teniendo, en un principio fue señal de progreso, pero para el año de 1903 ya se inicia a tener problemas con el abastecimiento del agua.

A partir de aquí, este problema se fue incrementando hasta convertirse en el principal problema a resolver.

El agua que en un principio propició beneficios, empieza ahora a ser causa de muchos problemas. El impacto social que el agua ha tenido en la vida de la ciudad ha caído en un círculo irreversible; la abundancia del líquido en un principio propició indirectamente un crecimiento explosivo demográfico,

este crecimiento hizo incrementar la demanda del agua, hasta llegar al punto de no poder ser satisfecha, sin embargo, la escasez del agua no ha propiciado un decrecimiento de la población, lo cual ha creado un problema social fuerte.

La ciudad no tenía la infraestructura para albergar la cantidad de gente que estaba llegando, esto dio origen a problemas ya no sólo del agua, sino que a problemas de vivienda, de inseguridad, de desempleo, etc.

A partir de 1971, conforma aumentó la corriente de inmigrantes de otros Estados de la República, se fueron agotando la disponibilidad de viviendas con que se contaba. Esto originó violencia. Miles de hombres que habían llegado con sus esposas e hijos, empujados por la desesperación comenzaron a apoderarse por la fuerza de terrenos ajenos que, aún sin agua ni servicios les permitiera refugiarse para sobrevivir.

---

Para el año de 1979 el panorama era crítico, cerca de 80,000 predios en Monterrey y su área metropolitana estaban invadidos por legiones de precaristas.

Este problema social no fue atendido y dio como consecuencia otro más; la inseguridad. En pocos años Monterrey aparecía como una ciudad sin ley. En las colonias irregulares se desarrollaron cacicazgos los cuales ejercían represión con violencia contra humildes familias. Se crearon también “autoridades” que tenían hasta cárceles particulares para oprimir a los oprimidos.

Esto llevo a un estado de violencia en donde la policía no podía entrar ya que eran golpeados.

La violencia fue creciendo, la gente atrincherada en predios irregulares, no solo se conformaban con la invasión del terreno, sino que con frecuencia, en pleno día, grupos de posesionarios asaltaban comercios en la ciudad y entraban a las casas para expropiar los bienes de las familias.

El problema de la escasez del agua dio también origen a actos de violencia; dada la explosión demográfica, para 1979 aproximadamente 500,000 personas vivían sin agua y sin drenaje, esto propició que también las redes de la ciudad fueran abiertas en forma ilegal para satisfacer sus necesidades de agua.

Así como podemos ver, el problema del agua ha tenido impacto socialmente durante la historia de Monterrey, y si bien es cierto que lo más resaltante se ha manifestado quizás durante los últimos 20 años, también en los primeros

---

años de la ciudad tuvo su impacto. Una de las consecuencias que ha tenido ya sea la abundancia o escasez del agua, se ha visto quizás en lo referente al crecimiento demográfico de la ciudad.

Lo que sí podemos afirmar, es que los efectos que ha tenido el agua en el desarrollo de la ciudad son positivos, y difícilmente podemos hablar de algún efecto negativo. El hecho de que en sus inicios se tuviera abundancia del recurso, propició como ya hemos mencionado, el desarrollo e impulso de la industria, esta como consecuencia, atrajo una gran cantidad de gente que finalizó con un crecimiento demográfico en forma explosiva, pero esto se vio más agudo, debido a la concentración de la gente en la zona metropolitana de Monterrey en donde a partir del año de 1940, creció

aceleradamente llegando a tener en 1995 un 82.09 % de la población total del estado en la zona metropolitana, cuando en el año de 1930 apenas se tenía un 31.7% de la población total del estado (Tabla 13 y Gráfica 12).

### **4.3 IMPACTO POLÍTICO:**

De los tres impactos que estamos analizando, quizás el impacto político sea el que más problemática presente por las diferentes formas de pensar de la gente y por las diferentes formas de ver los efectos que se han originado en la lucha por obtener el agua o por administrar el recurso.

El impacto político, en los inicios, pudo no ser tan relevante como lo fueron el impacto social y el económico, sin embargo, a últimas fechas ha sido un factor determinante, e incluso algunas decisiones que se toman son con fines políticos.

De hecho, como mencionamos más adelante, la última acción tomada para lograr almacenar agua y así satisfacer la demanda del líquido, (construcción de la Presa el Cuchillo) ha originado problemas que han tomado un curso político y que su solución a nuestro punto de vista, no tiene nada que ver con lo social y económico.

Como mencionamos anteriormente, el agua fue una razón que impulso a construir la ciudad dada la abundancia que se tenía en ese entonces del recurso, a esas fechas no podemos decir que la decisión fue política, y el único aspecto político era quizás el de la conquista de los españoles y el que deseaban engrandecer su “ territorio” en el nuevo continente.

En el transcurso del desarrollo de la ciudad de Monterrey, el agua fue un factor determinante para el impulso de la industrialización, y es aquí, en donde observamos el primer uso político que se da al agua, pues su abundancia fue utilizada como una ventaja para el establecimiento de la industria.

Este aspecto político era positivo, pues la industrialización más que problemas, trajo beneficio para toda la población. Durante mucho tiempo, a nuestro juicio, el impacto político del agua fue solo positivo, y podemos decir que el único problema que consideramos que tomo aspectos políticos negativos fue el hecho de que la compañía a la cual se le dio la concesión para el uso y distribución del agua en la ciudad de Monterrey durante mucho tiempo no hizo un trabajo adecuado y manejo solo aspectos políticos para así poder enriquecerse a costa de los ciudadanos que en esas fechas ya pagaban por recibir el líquido.

Este problema político, trajo como consecuencia un malestar por parte del gobierno y una inquietud por parte de la población, dado que después de mucho tiempo, se tomó la decisión de que el manejo de los recursos naturales que aportaban el agua, así como la distribución de la misma pasaran a manos del gobierno.

Durante mucho tiempo después, el impacto que tuvo la problemática del agua fue casi inadvertido y los aspectos fueron casi de aspecto social y económico. El impacto político se viene a ver casi a fines de los 70's y principios de los 80's. Aunque a decir verdad, este fue originado por problemas sociales y económicos.

Como mencionamos al principio, el impacto político se presenta más fuertemente en los últimos 25 años, en este período, muchas acciones y la solución de problemas sociales y económicos se tornaron en un aspecto político, y esto debido a una lucha por mantenerse en el poder por parte de los gobernantes.

En la ciudad de Monterrey, se han emprendidos diferentes acciones con el fin de poder satisfacer la demanda cada día más creciente del agua, las dos últimas grandes acciones, han sido la construcción de la Presa Cerro Prieto y últimamente, la Presa El Cuchillo. En ambas ocasiones la solución al problema ha sido resuelta en buena medida, sin embargo, se ha aprovechado para que las acciones se tornen en cierta forma en un aspecto político.

En el primer caso, la escasez del agua originó problemas sociales fuertes, sobre todo en las personas de más escaso recurso, y como ya se mencionó al analizar el impacto social, el gobierno utilizó en cierta forma la situación para manejar aspectos políticos, aunque debemos mencionar que en esa ocasión la problemática se centró solo en el Estado, y más concretamente, en el área Metropolitana de Monterrey.

En el segundo caso, con la construcción de la presa el Cuchillo, el impacto político trascendió a otros estados, principalmente Tamaulipas y dado que no se obtenía una solución fue necesario la intervención de la Federación y de la Comisión Nacional del Agua. La construcción de la presa el Cuchillo, definitivamente fue una acción positiva, pues la oferta del líquido aumentó considerablemente y se solucionó en gran medida el problema de la escasez. En esta ocasión, el impacto político no fue directamente en el área

Metropolitana de Monterrey, sino que impacto en una lucha por el agua entre los estados de Nuevo León y Tamaulipas.

Este problema se originó debido a que para poder abastecer de agua a lo que sería la Presa El Cuchillo, se vio en la necesidad de cortar el flujo de ciertos ríos que abastecían del líquido a ciertos distritos de riego de Tamaulipas. Al iniciarse la construcción de la presa se contempló dicha situación, y el estado de Nuevo León se comprometió a ciertas acciones con el fin de que posteriormente llegara agua a los distritos de riego de Tamaulipas.

Dado que el agua que llegaba anteriormente a diferentes distritos de riego de Tamaulipas disminuiría, ya que esta sería almacenada en la presa el Cuchillo, el gobierno del estado de Nuevo León, se comprometió a recaudar todas las aguas de desecho de la ciudad, es decir, el 100% de las aguas residuales serían tratadas, cosa que llevo a la ciudad a ser la primera en realizar esto, y una vez tratadas las enviaría al Río Pesquería para después conectarse al Río San Juan abajo de la presa, y enviarlas a la presa Marte R. Gómez, con lo cual los agricultores de aquel estado continuarían contando con el líquido.

El Gobierno de Nuevo León cumplió con su promesa, para ello realizó la construcción de tres plantas tratadoras (Capítulo 3) y envía estas aguas a la presa Marte R. Gómez. El problema se presentó debido a que a pesar de que se esta enviando el agua a Tamaulipas, esta no llega en la suficiente cantidad debido a que en su trayecto existen diferentes tomas “clandestinas” por lo que no llega en la cantidad que se esperaba.

Esta situación, no puede ser resuelta ni por el Estado de Tamaulipas ni por el estado de Nuevo León lo que obligó a la intervención tanto de la

Federación así como de la Comisión Nacional del Agua. El gobierno de Tamaulipas ha tomado acciones que han llegado a abrir las compuertas de la Presa el Cuchillo para que llegue suficiente agua a los distritos de riego. Lógicamente el Gobierno del estado de Nuevo León no está de acuerdo con ello ya que ha cumplido su compromiso, pero causas fuera del alcance de su control han evitado que llegue el agua a Tamaulipas.

Es quizás esta situación en la que más fuertemente se ha visto el impacto político que ha tenido el agua en la vida de la ciudad de Monterrey, y dicha situación no ha sido resuelta en su totalidad, los gobernantes de ambos estados han hecho uso de esta para darle un giro político a la solución del problema, olvidándose en algunas ocasiones de aspectos más importantes, como lo es el hecho de que el agua debe llegar a ambas partes, y que la población no esperará ni tolerará que se manejen aspectos políticos mientras que ellos tengan consecuencias grave por la escasez del líquido. Una muestra de esto se dio cuando los campesinos de Tamaulipas no esperaron a la solución de escritorio, sino que por la fuerza abrieron las compuertas de la presa para poder obtener el agua.

#### **4.4 IMPACTO ECONÓMICO:**

El impacto económico que ha tenido la problemática del agua en el área metropolitana de Monterrey, es uno de los factores que más difícilmente se puede cuantificar en forma clara en la población. El impacto económico, consideramos, que ha sido más notorio quizás en los últimos años, y su

efecto puede decirse que ha sido negativo, si lo vemos desde el punto de vista en que el costo de los servicios de agua y drenaje son altos.

Ahora bien, si consideramos que los costos del agua en la ciudad son considerados altos, al compararlos con el costo que se tiene en otras ciudades, podemos observar que el precio del agua aquí es relativamente bajo más si tomamos en cuenta que esta es triada de un lugar bastante lejano de la ciudad.

Haciendo un análisis de cómo ha influido el agua en el desarrollo de la ciudad desde sus inicios a la fecha, y enfocando éste al aspecto económico, podemos decir que su impacto ha sido en forma general positivo.

Cuando se hizo el análisis del impacto social y político, se mencionó diferentes situaciones en las que el impacto económico estaba en cierto modo implícito. Se dijo, por ejemplo, que debido a la abundancia del agua que se tenía en los primeros años de vida de la ciudad, este factor influyó

---

considerablemente a atraer inversionistas y al establecimiento de industrias con lo cual se tuvo un crecimiento importante. Pero este crecimiento no solo fue en cuanto al desarrollo de nuevas industrias, sino que, con el establecimiento de estas, fue necesario más mano de obra y por consiguiente, se tuvo un crecimiento de la población. Esta nueva gente que estaba llegando, al igual que la ya establecida, tuvo una mejor forma de vida, es decir, su economía mejoró.

Durante mucho tiempo, esta mejoría se mantuvo o fue incrementando a medida que la ciudad iba creciendo.

Sin embargo, como ya hemos mencionado, el crecimiento demográfico fue de tal magnitud, que llegó un momento en el que esta no pudo ser controlada, la gente nueva que llegaba a la ciudad atraída por la gran ciudad, ya no pudo encontrar una fuente de ingreso y ahora el impacto que se tuvo en cuanto al aspecto económico era negativo, la gente vivía sin lo más elemental y se inició un problema social del cual ya hemos hecho mención al analizar el impacto social.

Hasta ahora nos hemos referido solo al aspecto de la gente, sin embargo, la problemática del agua, influyó también en las finanzas del gobierno.

Al tratar de realizar obras con el fin de poder satisfacer la demanda del agua, el gobierno incurrió en gastos originados por el costo de las obras. El dinero necesario para poder realizar dichas obras era obtenido a través de préstamos que se realizaba, los cuales a la larga crearon una carga económica en el gobierno. Este con el fin de poder obtener los recursos económicos para liberarlos, se vio en la necesidad de incrementar el costo

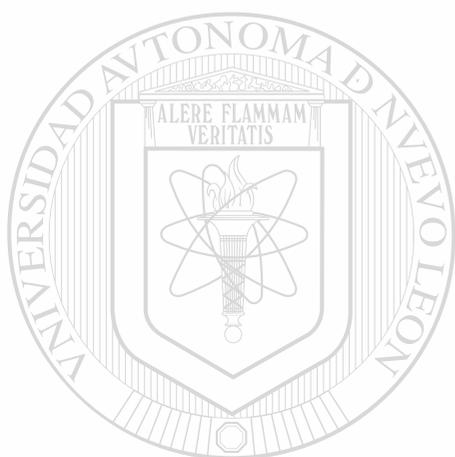
---

de los servicios de agua y drenaje impactando en los bolsillos de la población.

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Tratar de hacer un análisis más profundo del impacto económico que ha tenido la problemática del agua es difícil dado que este aspecto (económico) no es conocido o dado a conocer en su totalidad a la población, pero si es un hecho que el endeudamiento que ha adquirido el gobierno para poder realizar las obras ha creado problemas que han impactado a la población. Sin embargo y a pesar de lo que se tiene, las acciones que se han tomado han logrado satisfacer en forma general la demanda del agua, por lo que podemos decir, que se ha cumplido y que contamos con agua aún luchando

contra las situaciones adversas como lo es el estar en una zona árida, de muy baja precipitación pluvial y de tere el líquido de lugares lejanos.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

#### **4.5 CONSECUENCIAS.**

Para poder lograr abastecer de agua a la comunidad del área Metropolitana de Monterrey se ha tenido que realizar un gran esfuerzo, el cual que ha tenido consecuencias de distinto indole. Ha sido necesario realizar un sinnúmero de obras que abarca desde la construcción de presas, acueductos, construcción de plantas para el Tratamiento de Aguas, Programas de concientización, etc., para las cuales, ha sido necesario invertir fuertes cantidades de dinero, el cual proviene de aportaciones de la Federación, del Gobierno estatal y en gran escala, de préstamo a instituciones bancarias.

Esto ha tenido como consecuencia, que el Gobierno del Estado tenga un endeudamiento considerable y dado las condiciones económicas que se han vivido esta ha ido en aumento.

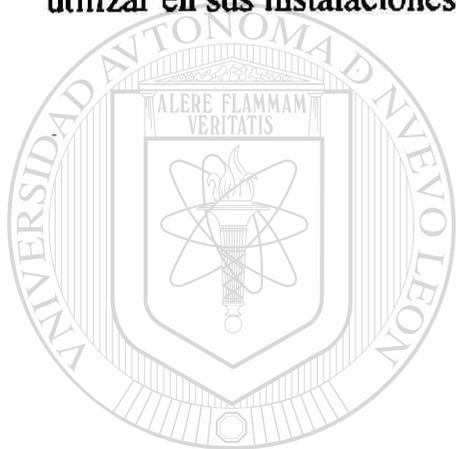
La población en general ha sufrido por la falta de agua, que a pesar de los esfuerzos que se han hecho, no ha sido posible asegurar su abastecimiento

llegando a vivir cortes parciales en el suministro. Se ha tenido que hacer esfuerzos para concientizar a la gente en el uso racional del agua y evitar los derroches que anteriormente se hacían, ahora otra consecuencia es el recibir multas por un uso irracional de la misma.

Sin embargo ha habido aspectos en donde se ha tenido más beneficios que perjuicios originado por las acciones que se han desarrollado en trono a la problemática del abastecimiento del agua. Por un lado se tuvo un desarrollo industrial y económico que propicio el crecimiento de la ciudad al ser un lugar en donde se podría lograr un desarrollo en todos los aspectos dado la gran cantidad de alternativas que existían. Posteriormente, este desarrollo

creó otro tipo de problemas debido a la gran cantidad de gente que emigro en busca de mejores alternativas. Los problemas principales fueron la falta de viviendas, posicionamiento ilegal de terrenos, etc.

A pesar de esto, la industria no ha escapado de los efectos de la falta de agua. Para poder contar con ella, se ha obligado a algunas de ellas a instalar plantas tratadoras con el fin de aprovechar al máximo esta y evitar desechar las aguas negras, que ahora con estas plantas tratadoras se puede volver a utilizar en sus instalaciones que no requieren una calidad alta de agua.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## **CONCLUSIONES:**

Definitivamente al igual que en otras ciudades, el abastecimiento de agua al Área Metropolitana de Monterrey ha sido una problemática a la que hemos tenido que enfrentar desde ya hace muchos años. Sin embargo en los últimos 30 años, esta situación se ha vuelto más crítica y hay un sinnúmero de situaciones que han repercutido en actividades económicas políticas y sociales. Estas situaciones de una forma u otra han influido en el crecimiento y desarrollo de la ciudad. El poder satisfacer la demanda del agua, la cual, es cada día más escasa y más difícil de conseguir se ha hecho más difícil cada día.

Las causas fundamentales de este problema son diversas, falta de lluvias, que son la principal fuente de obtención del agua para consumo humano, lugares para su captación, uso inadecuado del agua, excesiva demanda, etc. Si tratáramos de clasificar el problema o los problemas que se generan en torno a la situación del abastecimiento del agua, el ámbito social sería quizás la más adecuada, dado que los afectados directamente son los ciudadanos del área metropolitana de Monterrey, sin embargo, sea ha extendido a otros campos como lo son el económico y el político.

El agua que se utiliza en Monterrey proviene de diferentes fuentes como son: Presa La Boca, Presa El Cuchillo, Presa Cerro Prieto, y fuentes subterráneas como los son La Huasteca, Mina, etc. El agua que llega a estos lugares proviene básicamente de las precipitaciones pluviales y la forma en que es llevada a estos lugares es a través de la cuenca del Río San Juan para las presas y por medio de las filtraciones para las fuentes subterráneas.

De ahí, que uno de nuestros objetivos sea el evaluar el grado de contaminación de esta cuenca desde el punto de vista Físicoquímico y Bacteriológico y que en forma general, podemos decir que los niveles de contaminación son adecuados para el uso que se le da al agua en las diferentes afluentes.

Sobre este punto podemos concluir lo siguiente:

Se mencionó que las afluentes del Río San Juan se dividen en dos tipos o grupos y que son Aguas arriba de la Presa el Cuchillo y Aguas abajo de la presa. Las primeras son utilizadas con fines de potabilización y las segundas con fines de riego.

En referencias a las hipótesis planteadas se puede concluir lo siguiente de cada una de ellas:

Nuestra primera hipótesis fue *“Debido a que algunas las afluentes del Río San Juan son utilizadas con fines de riego y otras de con fines de potabilización, deberá existir una diferencia en los índices de contaminación de cada una de ellas”*

Como lo mencionamos en el capítulo I esta es cierta ya que los resultados de los análisis así lo demuestran. Es notorio la diferencia en el nivel de contaminación de estos dos grupos, ello debido a que en las afluentes pertenecientes al primer grupo las descargas de aguas negras eran mínimas comparadas a las que se tenía en el segundo grupo. Cabe aclarar, que en la actualidad se ha eliminado estas descargas en ambos grupos, debido a las acciones que se han tomado, sin embargo no se descarta que existan algunas en forma clandestina. Sin embargo los índices de contaminación de ellas están dentro de los límites permisibles.

La segunda hipótesis fue planteada como: “ *Las aguas de las afluentes del Río San Juan cuyo uso es el de potabilización deberán de cumplir con las Normas de Calidad establecidas para este tipo de aguas.*” Lo cual también fue confirmado en los análisis del capítulo I. Después de analizar los resultados obtenidos de los diferentes parámetros en las 18 estaciones de muestreo, podemos concluir que las únicas estaciones que cumplen con las Normas de Calidad y por lo tanto, pueden ser utilizadas con fines de potabilización son las estaciones La Boca, Río Ramos, Río Blanquillo, Río Pílon, Cadereyta, Tepehuaje, Río La Silla, y Las Adjuntas, las cuales pertenecen a las aguas arriba de la presa El Cuchillo. (gráficas 1 a 10)

Los resultados de los diferentes parámetros nos muestran que solo en las estaciones de muestreo La Boca, Río Ramos, Río Blanquillo, Río Pílon, Cadereyta, Tepehuaje, Río La Silla, y Las Adjuntas se cumple con las especificaciones en todos los parámetros analizados, es decir, son las estaciones menos contaminadas y comparadas con el resto de las estaciones su contaminación es mucho menor, estas pertenecen al primer grupo y nuevamente reafirman nuestra segunda hipótesis.

Las afluentes pertenecientes al segundo grupo recibían las descargas de aguas negras de lugares en donde la concentración de población era mayor, de ahí el hecho de que su nivel de contaminación fuera mayor.

El lograr mantener las aguas que serán utilizadas posteriormente con fines de potabilización dentro de los estándares de Calidad, es de suma importancia, dado que si estas llegarán a estar contaminadas, las consecuencias que se

tendrían serían lamentables dado la alta probabilidad del surgimiento de enfermedades ó incluso epidemias lo cual originaría un problema social. El costo de esto podría ser incalculable dependiendo del grado que se tenga en la problemática. Desdichadamente en caso de presentarse esta situación, además de los aspectos sociales y económicos que se presentarían, surgirán aspectos políticos ya que estas situaciones son manejadas inmediatamente con giros políticos

Nuestra tercer hipótesis *“Todas las aguas residuales del área metropolitana de Monterrey son tratadas antes de enviarlas a los ríos ”* también fue validada ya que efectivamente se han eliminado las descargas industriales en el lecho de los ríos y estas deben ser tratadas antes de ser enviadas a estos.

Todo esto es debido a que dentro de los acuerdos que se tuvieron durante la construcción de la presa el Cuchillo, estaba el que el Gobierno de Nuevo León se comprometía con el de Tamaulipas a *“ compensar ”* las aguas que con dicha construcción dejarían de llegar a los diferentes distritos de riego de Tamaulipas. Para ello sería necesario recolectar todas las aguas negras de la ciudad y posterior a un tratamiento enviarlas a través de conductos al Río para que continúen hacia los distritos de riego. Esto es llegarían a unirse a las aguas abajo de la presa el Cuchillo.

Como pudimos observar, en lo descrito en el capítulo IV, el gobierno ha realizado un sinnúmero de actividades enfocadas a satisfacer la demanda del líquido el cual es cada vez más difícil de obtener y su demanda es cada día mayor. Esto nos verifica nuestra cuarta hipótesis que dice *“El gobierno ha tomado acciones para poder satisfacer el abastecimiento del agua”*

Del año de 1980 a 1995 la población del área Metropolitana de Monterrey creció un 52.3 %, mientras que la demanda creció en ese periodo un 57 %. Ahora bien, si tomamos en cuenta que en el año de 1980 los servicios de Agua y Drenaje tenían una cobertura de solo un 73%, lo cual hace que tomando como base una población de 2,000,000 de Habitantes, solo 1,460,000 personas contarán con el servicio de agua, y considerando la demanda en ese año de 7 Mts<sup>3</sup> por seg. nos da que teníamos una demanda de 12.42 Mts<sup>3</sup> por mes.

Para el año de 1997 se tenía una población de 3,200,000 habitantes con una cobertura de servicio de Agua y Drenaje de 97%. Esto significa que en ese año llegaba agua a 3,136,000 habitantes, y que de acuerdo a la demanda de ese año de 11.2 Mts<sup>3</sup> por segundo, hace que en 1997 se tuviera una demanda de 9.25 Mts<sup>3</sup> por segundo. Esto hace que nuestra quinta hipótesis *“La población del área metropolitana de Monterrey ha adquirido conciencia en el uso del agua, por lo que la demanda del líquido no es proporcional al crecimiento demográfico.”* sea cierta.

En cuanto al aspecto bacteriológico podemos decir lo siguiente:

La supervivencia de los organismos coliformes en el agua puede estar determinada por diversos factores como temperatura, ph, nutrientes, etc. aunque el tiempo que pueden persistir es relativamente largo si existe suficiente materia orgánica a partir de la cual se van a estar alimentando.

Algo difícil se torna la multiplicación de estas bacterias cuando las aguas están limpias o relativamente limpias razón por la cual en agua potable, agua purificada o agua de alberca es difícil su aislamiento a menos que existan fuertes cargas de materia orgánica y por tanto de contaminación microbiana

que este propiciando su persistencia y multiplicación. Esta situación no se presenta en las aguas de río en las que el contacto con la tierra, polvo y materia fecal de animales y humanos puede hacer que la carga microbiana del líquido se vea incrementada drásticamente a niveles de contaminación peligrosos para la población que por alguna razón hace uso del agua.

La información obtenida acerca de la incidencia de estos microorganismos, en las diferentes estaciones, demuestra que la mayor parte de las aguas analizadas resultaron con la presencia de coliformes totales y fecales en la mayoría de las fechas de muestreo. Esto conlleva a pensar que en aquellas estaciones con baja incidencia de coliformes fecales se puede estar llevando a cabo una contaminación ligera debida quizás al arrastre que realiza el agua en época de lluvia hacia los lechos de los ríos o a cierto tipo de actividades fisiológicas que pueden estar llevando a cabo la población cercana a las riberas.

---

En ciertas estaciones de muestreo como Ayancual, Topo Chico, Río Pesquería, Cienega de Flores, La Arena y La Talavera se detectaron cuentas de coliformes iguales o mayores a los permitidos por los Criterios Ecológicos, por gramo de materia fecal. Las aguas de los ríos cuando son contaminadas pueden autopurificarse de manera natural pero siempre y cuando la contaminación sea en baja escala o una sola vez, por lo tanto, la persistencia de los coliformes en los puntos mencionados y las cuencas obtenidas indican que en esos puntos de muestreo existe una fuente de contaminación constante y abundante que se puede deber a varias causas como la actividad animal o definitivamente a una descarga constante de aguas residuales y principalmente de origen doméstico que pueden explicar la fuerte contaminación que se

estuvo detectando. Además de indicar contaminación de origen fecal, en estas estaciones puede existir un peligro evidente para la población que llega a utilizar estas aguas para sus actividades cotidianas ya que los coliformes también indican la posible presencia de patógenos (*Salmonella Shigella Vibrio cholerae*) que pueden originar enfermedades gastrointestinales si llegan a ser ingeridos ya sea directamente en el agua alimentos o por contaminación cruzada.

La razón fundamental por la cual se analizó el grado de contaminación de la cuenca de río San Juan, va en función directa de los impactos que se tendrían en caso de tener problemas de contaminación dado que esta cuenca es el conducto principal por el que llegan las aguas de lluvia a las diferentes presas de almacenaje. De ahí la importancia que significa el lograr mantener estas corrientes libres de agentes contaminantes. Esto tiene una relación directa con nuestro objetivo principal, que es el de analizar la problemática del abastecimiento de agua a la zona Metropolitana de Monterrey

---

Dentro de este objetivo tenemos otro más particular que es el de realizar un análisis y evaluación de la problemática que se ha presentado en torno a la cuestión del agua en Monterrey y su área metropolitana. Hemos mencionado ya en el capítulo 4 los impactos políticos, económicos y sociales que se han tenido, algunos de los cuales han influido positivamente y otros, quizás en menor grado, en una forma negativa y que a nuestro juicio podríamos resaltar como más importantes los siguientes:

*Aspecto Social:*

- 1- La abundancia de agua en la región de La Extremadura fue un factor decisivo para la fundación de la ciudad de Monterrey.
- 2- Esta abundancia junto a otros factores fue también un motivo para la instalación de industrias en la ciudad y para el desarrollo de las mismas en los siguientes años.
- 3- Al impulsarse el desarrollo de la industria, se inicia una inmigración de gente de otros estados con lo cual se da un crecimiento demográfico.
- 4- El crecimiento demográfico de la ciudad llega a unos niveles incontrolables, esto crea problemas de desempleo y de gente que por falta de vivienda se adueña de terrenos sin autorización.
- 5- Se empieza a tener escasez de agua, la cual incongruentemente, por su abundancia alentó el crecimiento industrial y por consiguiente, el demográfico.
- 6- Debido a la escasez del agua, la población toma otra actitud al evitar el desperdicio del líquido. Se habla de la Cultura del Agua.

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

En lo referente al impacto social que se ha tenido, podemos mencionar que en forma general la etapa más difícil que se ha tenido se desarrolló en los finales de los 70 y principios de los 80, en donde la problemática de la escasez de agua fue bastante latente y que junto con este problema se tenían otros tales como falta de viviendas, de servicios etc. esto originado por el crecimiento demográfico repentino que se tuvo en la ciudad de Monterrey.

Si bien es cierto que el agua no fue el único o el más importante factor que propició un desarrollo industrial, pues para ello fue necesario el uso de otros tipos de recursos, si podemos mencionar que su parcial abundancia influyó a que este desarrollo se diera, y que este impulso trajo como consecuencia el

que se viera a la ciudad de Monterrey como un área de grandes oportunidades, como una ciudad en donde se podía aspirar a un nivel de vida mejor.

Esto en la actualidad sigue siendo válido, pero la gran cantidad de gente que vive en la actualidad junto con el sinnúmero de industrias que se han desarrollado ha propiciado una mayor demanda de agua, que a la par con la escasez de precipitaciones pluviales, han dado un giro hasta llegar a tener problemas para poder abastecer la gran demanda que se tiene.

*Aspecto Político:*

Este aspecto no fue quizás tan evidente en los inicios de la fundación de la ciudad, ni en los años siguientes, o al menos no tan relevantes. Sin embargo, en los últimos 30 años, años en los que la problemática del agua se ha agudizado, se han dejado ver algunos aspectos que se enfocan al punto de vista político, estos son más difíciles de enumerar que los aspectos sociales pero podemos citar los siguientes:

- 1- El problema de la escasez de agua se maneja con fines políticos, esto hasta cierto grado es benéfico dado que se trata de darle una solución rápida y así poder hacer “uso” de la situación con estos fines.
- 2- El excesivo crecimiento demográfico que se tuvo propició problemas de vivienda, alimentación y servicios a una gran cantidad de gente que llegó con el fin de incorporarse a la industria.
- 3- La construcción de la presa El Cuchillo originó problemas entre los estados de Nuevo León y Tamaulipas, siendo necesaria la intervención de la federación para llegar a un arreglo (el cual no se ha dado en una forma

definitiva) ya que los campesinos tamaulipecos exigen se les entregue el agua que se les quito para poder llenar la presa.

- 4- Para la Federación será muy difícil el poder dejar sin el agua a los campesinos del estado de Tamaulipas ya que tendría una nueva problemática al no poder lograr las diferentes cosechas que se desea obtener y como consecuencia, se podría llegar a tener escasez o encarecimiento de algunos productos.

En este aspecto, la “lucha” que se inició por parte de ambos gobiernos (Nuevo León y Tamaulipas) no ha podido ser resuelta en su totalidad, esto no es debido a que estos gobiernos hayan incumplido sus compromisos, sino a situaciones ajenas a ambos y en las que se requiere la intervención de la federación y de la Comisión Nacional del Agua. Básicamente el de Nuevo León fue el más comprometido

Definitivamente, la razón por la cual no llega la suficiente cantidad de agua a la presa Marte R. Gómez, para que después los campesinos tengan agua para su riego, no es una cuestión que pueda ser controlada por el gobierno estatal y si bien es cierto que incumbe a la federación, para ellos también es difícil el solucionarla ya que para ello implicaría el dejar sin agua a un sin número de campesinos que durante mucho tiempo la han obtenido de este lugar (Río San Juan) por lo que se consideran con el derecho de tomarla.

Esta situación debe ser manejada con mucho cuidado, pues si bien es cierto que se tiene un problema latente, la solución que se de puede dar origen al desarrollo de una nueva problemática.

### *Aspecto Económico:*

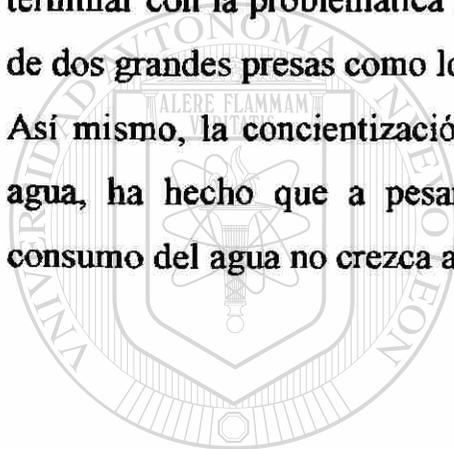
Este es el aspecto más difícil de cuantificar, por un lado, debido a que las finanzas que se manejan por parte de las administraciones si bien si son accesibles, en este trabajo no se profundizo en este campo y a que por otro lado, el impacto no es igual dentro de los diferentes estratos sociales. Podemos mencionar como principales aspectos los siguientes:

- 1- Durante mucho tiempo, el manejo del uso y distribución del agua en la ciudad de Monterrey fue concesionada a empresas extranjeras, entre las cuales se encontraban J.A. Robertson y otra formada por Macklin, Dillon y Andrés Garza, las cuales no realizaron obras importantes.
- 2- La escasez de agua dentro de la región geográfica en que se encuentra Nuevo León, y por ende Monterrey, ha hecho necesario el buscar el líquido en lugares lejanos, esto hace que al traerla a la ciudad, el costo sea elevado, sin embargo, al compararlo con otras ciudades de la República podemos observar que a pesar de traerla de un lugar lejano existen otras ciudades con un costo más elevado que el de ciudad de Monterrey.
- 3- Esto ha impactado en la economía de la gente, ya que el costo de los servicios de agua y drenaje son altos con relación a los ingresos de la población, pero el costo de agua en Monterrey y su área Metropolitana es bajo comparado con otros lugares de la República.
- 4- El gobierno de Estado de Nuevo León, en su afán de poder satisfacer la creciente demanda de agua, se ha visto obligado a realizar una gran cantidad de obras con un costo alto y como consecuencia de esto, se ha

tenido un endeudamiento el cual dada las situaciones financieras que se han presentado, se ha hecho más crítica.

Como hemos visto, la escasez del agua en la ciudad ha originado que el gobierno tome acciones tanto correctivas como preventivas, así como el hecho de iniciar y mantener una campaña de concientización entre la población con el fin de evitar el desperdicio de la misma. Lo que sí podemos afirmar sin duda, es el hecho de que el gobierno ha realizado esfuerzos con el fin de terminar con la problemática de la escasez del agua al realizar la construcción de dos grandes presas como lo son la Presa Cerro Prieto y El Cuchillo.

Así mismo, la concientización de la población en cuanto al uso racional del agua, ha hecho que a pesar de un crecimiento demográfico excesivo, el consumo del agua no crezca al mismo ritmo que el demográfico.



UANL

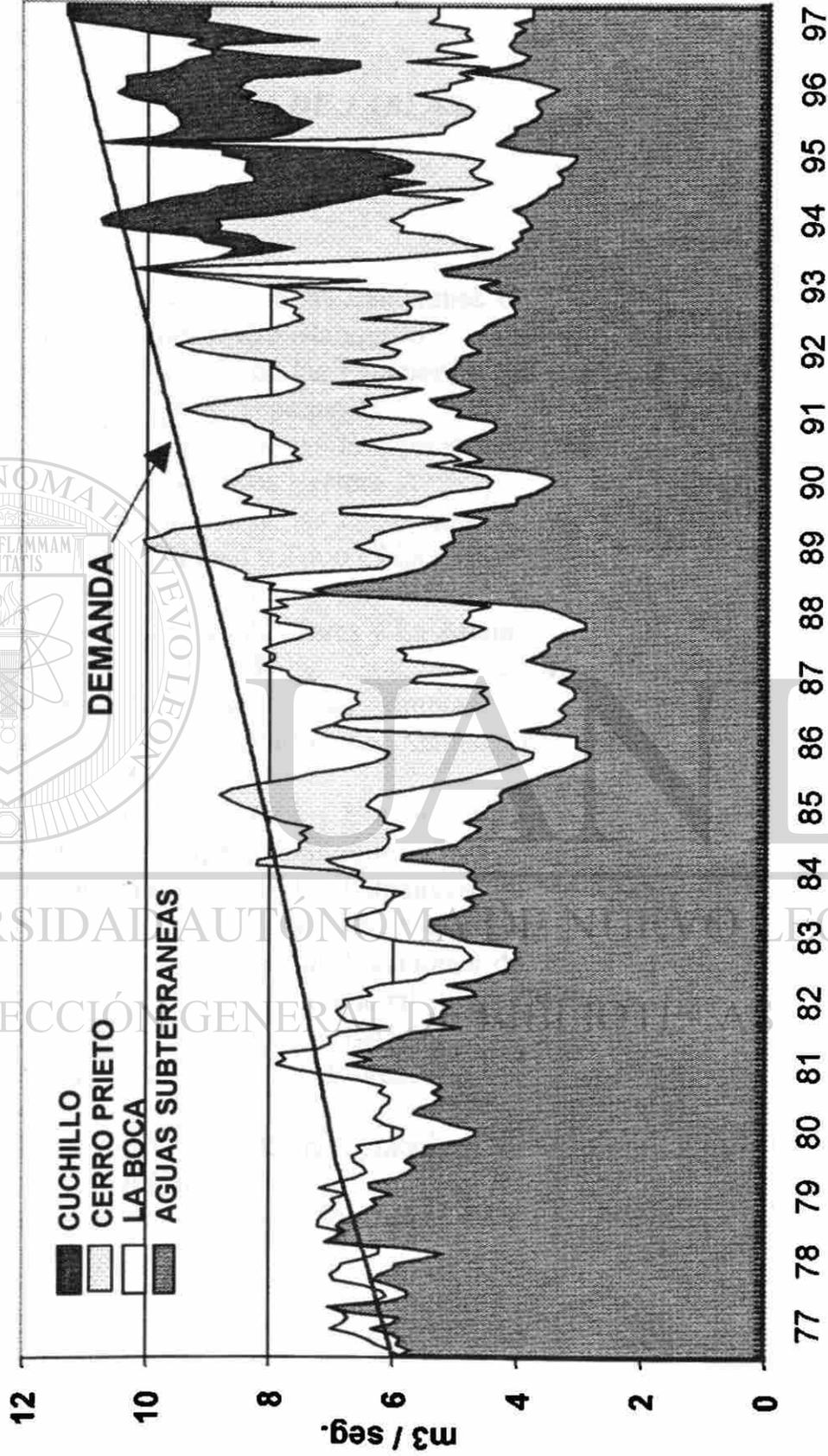
---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

# Oferta y Demanda de Agua



## **LISTA DE TABLAS.**

	<b>Página</b>
1- Análisis Físicoquímicos de las Estaciones de Muestreo .....127 La Boca, Río Ramos y Río Blanquillo	
2- Análisis Físicoquímicos de las Estaciones de Muestreo .....128 Río Pílon, Cadereyta y Tepehuaje	
3- Análisis Físicoquímicos de las Estaciones de Muestreo .....129 China, Los Aldamas y Los Herrera	
4- Análisis Físicoquímicos de las Estaciones de Muestreo .....130 Los Ramones, Ayancual y Topo Chico	
5- Análisis Físicoquímicos de las Estaciones de Muestreo .....131 Río Pesquería, Ciénaga de Flores y La Arena	
6- Análisis Físicoquímicos de las Estaciones de Muestreo .....132 La Talavera, Río La Silla y Las Adjuntas	
7- Promedio de los Resultados de Análisis de las 18 .....133 Estaciones de Monitoreo	
8- Análisis Bacteriológico de las Estaciones de Muestreo .....134 La Boca, Río Ramos, Río Blanquillo y Río Pílon.	
9- Análisis Bacteriológico de las Estaciones de Muestreo .....135 Cadereyta, Tepehuaje, China y Los Aldamas.	
10- Análisis Bacteriológico de las Estaciones de Muestreo .....136 Los Herrera, Los Ramones, Ayancual y Topo Chico.	
11- Análisis Bacteriológico de las Estaciones de Muestreo .....137 Río Pesquería, Ciénaga de Flores, La Arena y La Talavera.	
12- Análisis Bacteriológico de las Estaciones de Muestreo .....138 La Silla y Las Adjuntas.	
13- Crecimiento Demográfico de Monterrey y Nuevo León. ....139	

**TABLA No. 1 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS**

**ESTACION DE MUESTREO No. 1 LA BOCA**

FECHA	PH	OD	DBO	DQO	COND.	DUREZA TOTAL	SULFATOS	ALCALI NIDAD	CLORUROS	SÓLIDOS TOTALES
6/12/95	7.9	9.4	2.0	18.0	454.0	224.0	79.0	178.0	13.0	455.0
7/11/95	7.7	6.9	3.0	12.0	477.0	230.0	78.0	159.0	12.0	485.0
24/08/95	8.1	13.1	5.0	16.0	431.0	205.0	120.0	88.0	17.0	427.0
2/06/95	7.7	6.6	2.0	25.0	537.0	250.0	141.0	115.0	19.0	402.0
3/04/95	8.0	7.7	3.0	5.0	461.0	230.0	80.0	144.0	10.0	364.0
1/02/95	7.9	8.5	3.0	19.0	470.0	295.0	73.0	161.0	9.0	334.0

PROM.	7.9	8.7	3.0	15.8	471.7	239.0	95.2	140.8	13.3	409.5
MAX	8.1	13.1	5.0	25.0	537.0	295.0	141.0	178.0	19.0	485.0
MIN	7.7	6.6	2.0	5.0	431.0	205.0	73.0	88.0	9.0	334.0

**ESTACION DE MUESTREO No. 2 RÍO RAMOS**

FECHA	PH	OD	DBO	DQO	COND.	DUREZA TOTAL	SULFATOS	ALCALI NIDAD	CLORUROS	SÓLIDOS TOTALES
6/12/95	7.9	11.0	1.0	4.5	335.0	172.0	26.0	220.0	1.5	335.0
7/11/95	7.8	7.9	2.0	5.0	342.0	175.0	25.0	150.0	2.0	345.0
24/08/95	7.7	7.7	3.0	4.5	310.0	195.0	18.0	142.0	3.0	307.0
2/06/95	7.6	7.2	2.0	5.0	380.0	205.0	85.0	165.0	4.0	265.0
3/04/95	7.9	8.8	3.0	6.0	355.0	185.0	30.0	160.0	3.0	234.0
1/02/95	7.8	9.7	2.0	13.0	336.0	245.0	30.0	147.0	1.0	222.0

PROM.	7.8	8.7	2.2	6.3	343.2	196.2	35.7	164.0	2.4	284.7
MAX	7.9	11.0	3.0	13.0	380.0	245.0	85.0	220.0	4.0	345.0
MIN	7.6	7.2	1.0	4.5	310.0	172.0	18.0	142.0	1.0	222.0

**ESTACION DE MUESTREO No.3 RÍO BLANQUILLO**

FECHA	PH	OD	DBO	DQO	COND.	DUREZA TOTAL	SULFATOS	ALCALI NIDAD	CLORUROS	SÓLIDOS TOTALES
6/12/95	7.8	9.2	2.0	13.0	395.0	208.0	25.0	208.0	2.0	395.0
7/11/95	7.7	8.1	4.0	7.0	407.0	205.0	25.0	196.0	2.0	415.0
24/08/95	7.5	7.5	1.0	4.5	378.0	215.0	25.0	178.0	3.0	372.0
2/06/95	7.7	9.5	3.0	28.0	466.0	247.0	28.0	206.0	4.0	306.0
3/04/95	7.5	7.9	1.5	4.5	436.0	200.0	27.0	207.0	4.0	276.0
1/02/95	7.7	9.7	3.0	29.0	407.0	295.0	29.0	190.0	2.0	285.0

PROM.	7.7	8.7	2.4	14.3	414.8	228.3	26.5	197.5	2.8	341.5
MAX	7.8	9.7	4.0	29.0	466.0	295.0	29.0	208.0	4.0	415.0
MIN	7.5	7.5	1.0	4.5	378.0	200.0	25.0	178.0	2.0	276.0

**TABLA No. 2 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS**

**ESTACION DE MUESTREO No. 4 RÍO PILON**

FECHA	PH	OD	DBO	DQO	COND.	DUREZA TOTAL	SULFATOS	ALCALI NIDAD	CLORUROS	SÓLIDOS TOTALES
6/12/95	7.9	9.4	1.4	4.3	560.0	290.0	132.0	178.0	11.0	560.0
7/11/95	7.8	9.6	1.3	7.0	576.0	295.0	182.0	170.0	9.0	580.0
24/08/95	7.6	7.8	1.0	5.0	499.0	325.0	108.0	177.0	9.0	475.0
2/06/95	7.8	6.4	15.0	86.0	617.0	492.0	180.0	216.0	4.0	1130.0
3/04/95	8.0	9.5	2.0	4.0	628.0	315.0	132.0	170.0	10.0	439.0
1/02/95	7.8	9.9	4.0	10.0	635.0	435.0	127.0	164.0	10.0	447.0

PROM.	7.8	8.7	4.1	19.4	585.8	358.7	143.5	179.2	8.8	605.2
MAX	8.0	9.9	15.0	86.0	635.0	492.0	182.0	216.0	11.0	1130.0
MIN	7.6	6.4	1.0	4.0	499.0	290.0	108.0	164.0	4.0	439.0

**ESTACION DE MUESTREO No. 5 CADEREYTA**

FECHA	PH	OD	DBO	DQO	COND.	DUREZA TOTAL	SULFATOS	ALCALI NIDAD	CLORUROS	SÓLIDOS TOTALES
8/12/95	7.6	6.9	2.0	6.0	751.0	296.0	138.0	172.0	55.0	775.0
12/11/95	7.7	8.7	3.0	6.0	755.0	295.0	158.0	140.0	53.0	770.0
18/10/95	7.6	7.5	1.0	10.0	648.0	260.0	144.0	111.0	48.0	650.0
5/06/95	7.8	6.0	2.0	33.0	645.0	280.0	146.0	130.0	45.0	540.0
5/04/95	7.8	7.4	5.0	9.0	762.0	270.0	144.0	148.0	59.0	491.0
3/02/95	7.8	8.5	2.0	29.0	702.0	320.0	175.0	106.0	55.0	457.0

PROM.	7.7	7.5	2.5	15.5	710.5	286.8	150.8	134.5	52.5	613.8
MAX	7.8	8.7	5.0	33.0	762.0	320.0	175.0	172.0	59.0	775.0
MIN	7.6	6.0	1.0	6.0	645.0	260.0	138.0	106.0	45.0	457.0

**ESTACION DE MUESTREO No. 6 TEPEHUAJE**

FECHA	PH	OD	DBO	DQO	COND.	DUREZA TOTAL	SULFATOS	ALCALI NIDAD	CLORUROS	SÓLIDOS TOTALES
8/12/95	7.8	8.8	1.5	7.0	679.0	288.0	105.0	240.0	39.0	680.0
12/11/95	7.9	11.0	2.0	5.0	650.0	300.0	95.0	197.0	36.0	650.0
18/10/95	7.8	9.5	1.5	10.0	580.0	270.0	80.0	195.0	25.0	585.0
5/06/95	7.9	7.4	1.0	8.0	658.0	245.0	161.0	104.0	53.0	469.0
5/04/95	8.2	11.0	2.0	5.0	734.0	280.0	180.0	143.0	51.0	484.0
2/02/95	7.9	9.4	3.0	22.0	657.0	275.0	409.0	168.0	46.0	395.0

PROM.	7.9	9.5	1.8	9.5	659.7	276.3	171.7	174.5	41.7	543.8
MAX	8.2	11.0	3.0	22.0	734.0	300.0	409.0	240.0	53.0	680.0
MIN	7.8	7.4	1.0	5.0	580.0	245.0	80.0	104.0	25.0	395.0

**TABLA No. 3 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS**

**ESTACION DE MUESTREO No. 7 CHINA**

FECHA	PH	OD	DBO	DQO	COND.	DUREZA TOTAL	SULFATOS	ALCALI NIDAD	CLORUROS	SÓLIDOS TOTALES
18/12/95	8.0	6.8	1.5	5.0	1101.0	340.0	398.0	180.0	108.0	1115.0
24/11/95	7.8	6.9	5.0	15.0	1125.0	355.0	316.0	174.0	87.0	1180.0
11/09/95	8.0	9.6	16.0	54.0	1812.0	425.0	519.0	131.0	203.0	1815.0
5/06/95	7.9	9.0	6.0	50.0	3721.0	795.0	770.0	99.0	510.0	2825.0
5/04/95	7.9	6.0	9.0	22.0	3586.0	745.0	553.0	205.0	450.0	2655.0
3/02/95	8.0	8.1	7.0	26.0	3518.0	845.0	222.0	206.0	520.0	2519.0

PROM.	8.0	7.7	7.4	26.7	2477.2	584.2	463.0	165.8	313.0	2018.2
MAX	8.0	9.6	16.0	54.0	3721.0	845.0	770.0	206.0	520.0	2825.0
MIN	7.8	6.0	1.5	5.0	1101.0	340.0	222.0	99.0	87.0	1115.0

**ESTACION DE MUESTREO No. 8 LOS ALDAMAS**

FECHA	PH	OD	DBO	DQO	COND.	DUREZA TOTAL	SULFATOS	ALCALI NIDAD	CLORUROS	SÓLIDOS TOTALES
18/12/95	7.8	4.1	37.0	59.0	2328.0	530.0	365.0	428.0	296.0	2345.0
24/11/95	7.8	5.7	24.0	52.0	2759.0	725.0	598.0	382.0	389.0	2770.0
11/09/95	7.6	9.6	12.0	44.0	1736.0	555.0	406.0	97.0	218.0	1740.0
5/06/95	7.7	8.1	15.0	42.0	928.0	365.0	269.0	134.0	80.0	704.0
5/04/95	8.1	7.4	40.0	82.0	2769.0	595.0	109.0	495.0	340.0	1851.0
3/02/95	7.9	9.1	12.0	64.0	2682.0	725.0	146.0	368.0	390.0	1950.0

PROM.	7.8	7.3	23.3	57.2	2233.7	582.5	320.5	317.3	285.5	1893.3
MAX	8.1	9.6	40.0	82.0	2882.0	725.0	598.0	495.0	390.0	2770.0
MIN	7.6	4.1	12.0	42.0	928.0	365.0	109.0	97.0	80.0	704.0

**ESTACION DE MUESTREO No. 9 LOS HERRERAS**

FECHA	PH	OD	DBO	DQO	COND.	DUREZA TOTAL	SULFATOS	ALCALI NIDAD	CLORUROS	SÓLIDOS TOTALES
18/12/95	7.7	1.7	31.0	94.0	2213.0	500.0	2093.0	450.0	271.0	2230.0
24/11/95	7.6	2.8	30.0	66.0	2626.0	720.0	594.0	358.0	330.0	2630.0
11/09/95	8.0	9.5	12.0	35.0	2459.0	775.0	567.0	298.0	310.0	2465.0
5/06/95	8.1	15.4	48.0	111.0	1891.0	560.0	459.0	231.0	230.0	1411.0
5/04/95	7.7	2.6	49.0	114.0	2418.0	565.0	381.0	468.0	250.0	1501.0
3/02/95	7.6	0.3	24.0	118.0	2237.0	565.0	392.0	470.0	260.0	1379.0

PROM.	7.8	5.4	32.3	89.7	2307.3	614.2	747.7	379.2	275.2	1936.0
MAX	8.1	15.4	49.0	118.0	2626.0	775.0	2093.0	470.0	330.0	2630.0
MIN	7.6	0.3	12.0	35.0	1891.0	500.0	381.0	231.0	230.0	1379.0

**TABLA No. 4 ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS**

**ESTACION DE MUESTREO No. 10 LOS RAMONES**

FECHA	PH	OD	DBO	DQO	COND.	DUREZA TOTAL	SULFATOS	ALCALINIDAD	CLORUROS	SÓLIDOS TOTALES
18/12/95	8.8	13.8	19.0	35.0	5918.0	1780.0	321.0	480.0	887.0	5920.0
24/11/95	8.3	18.4	2.0	41.0	5582.0	1880.0	1914.0	192.0	826.0	5580.0
11/09/95	7.5	11.0	19.0	35.0	3773.0	1295.0	1324.0	186.0	515.0	3775.0
5/06/95	8.0	10.9	18.0	64.0	2616.0	835.0	748.0	127.0	340.0	2034.0
5/04/95	8.4	10.3	15.0	45.0	8103.0	1445.0	2771.0	177.0	1110.0	6687.0
3/02/95	8.2	11.8	7.0	58.0	6149.0	1845.0	955.0	154.0	920.0	4944.0

PROM.	8.2	12.7	13.3	46.3	5356.8	1513.3	1338.8	219.3	766.3	4823.3
MAX	8.8	18.4	19.0	64.0	8103.0	1880.0	2771.0	480.0	1110.0	6687.0
MIN	7.5	10.3	2.0	35.0	2616.0	835.0	321.0	127.0	340.0	2034.0

**ESTACION DE MUESTREO No. 11 AYANCUAL**

FECHA	PH	OD	DBO	DQO	COND.	DUREZA TOTAL	SULFATOS	ALCALINIDAD	CLORUROS	SÓLIDOS TOTALES
18/12/95	7.7	0.0	187.0	346.0	2026.0	460.0	92.0	90.0	227.0	2100.0
24/11/95	7.4	0.0	122.0	286.0	1744.0	440.0	264.0	430.0	151.0	1765.0
11/09/95	7.4	0.0	115.0	244.0	1739.0	455.0	256.0	424.0	181.0	1745.0
5/06/95	7.6	0.0	80.0	214.0	2006.0	505.0	360.0	425.0	205.0	1350.0
5/04/95	7.4	0.0	234.0	268.0	2065.0	470.0	405.0	430.0	190.0	1546.0
3/02/95	7.3	0.0	131.0	320.0	2092.0	1165.0	370.0	492.0	210.0	1399.0

PROM.	7.5	0.0	144.8	279.7	1945.3	582.5	291.2	381.8	194.0	1650.8
MAX	7.7	0.0	234.0	346.0	2092.0	1165.0	405.0	492.0	227.0	2100.0
MIN	7.3	0.0	80.0	214.0	1739.0	440.0	92.0	90.0	151.0	1350.0

**ESTACION DE MUESTREO No. 12 TOPO CHICO**

FECHA	PH	OD	DBO	DQO	COND.	DUREZA TOTAL	SULFATOS	ALCALINIDAD	CLORUROS	SÓLIDOS TOTALES
19/12/95	8.4	11.9	19.0	39.0	1361.0	535.0	222.0	294.0	143.0	1370.0
30/11/95	8.9	14.9	18.0	40.0	1185.0	405.0	235.0	164.0	131.0	1190.0
18/09/95	8.8	11.5	3.0	12.0	1842.0	485.0	360.0	282.0	215.0	1845.0
30/05/95	8.8	5.4	30.0	133.0	1756.0	595.0	474.0	286.0	157.0	1320.0
3/04/95	7.5	0.0	122.0	167.0	618.0	230.0	106.0	168.0	33.0	570.0
7/02/95	7.1	0.0	368.0	1280.0	1786.0	540.0	283.0	364.0	198.0	1519.0

PROM.	8.2	7.3	93.3	278.5	1424.7	465.0	285.0	259.7	146.2	1302.3
MAX	8.9	14.9	368.0	1280.0	1842.0	595.0	474.0	364.0	215.0	1845.0
MIN	7.1	0.0	3.0	12.0	618.0	230.0	106.0	164.0	33.0	570.0

**TABLA No. 5 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS**

**ESTACION DE MUESTREO No. 13 RIO PESQUERÍA**

FECHA	PH	OD	DBO	DQO	COND.	DUREZA TOTAL	SULFATOS	ALCALI NIDAD	CLORUROS	SÓLIDOS TOTALES
19/12/95	7.3	6.4	19.0	63.0	2059.0	405.0	485.0	142.0	276.0	2070.0
30/11/95	7.0	5.5	47.0	97.0	2294.0	415.0	617.0	90.0	250.0	2345.0
18/09/95	7.2	0.0	167.0	762.0	2201.0	365.0	465.0	383.0	211.0	2205.0
30/05/95	7.0	0.0	279.0	1117.0	1872.0	365.0	429.0	390.0	161.0	1842.0
3/04/95	7.2	0.0	708.0	1087.0	2452.0	365.0	499.0	461.0	220.0	2370.0
7/02/95	6.7	0.0	465.0	1920.0	2654.0	415.0	555.0	313.0	275.0	2262.0

PROM.	7.1	2.0	280.8	841.0	2255.3	396.7	513.3	296.5	232.2	2182.3
MAX	7.3	6.4	708.0	1920.0	2654.0	415.0	617.0	461.0	276.0	2370.0
MIN	6.7	0.0	19.0	63.0	1872.0	365.0	429.0	90.0	161.0	1842.0

**ESTACION DE MUESTREO No. 14 CIENEGA DE FLORES**

FECHA	PH	OD	DBO	DQO	COND.	DUREZA TOTAL	SULFATOS	ALCALI NIDAD	CLORUROS	SÓLIDOS TOTALES
19/12/95	7.3	4.3	12.0	28.0	1821.0	520.0	426.0	102.0	286.0	1825.0
30/11/95	7.6	7.3	15.0	36.0	1907.0	550.0	476.0	126.0	270.0	1920.0
18/09/95	7.9	6.5	3.0	4.0	1335.0	365.0	273.0	93.0	181.0	1350.0
30/05/95	7.9	2.8	48.0	144.0	2483.0	835.0	537.0	276.0	345.0	1796.0
3/04/95	7.8	4.9	13.0	27.0	2023.0	595.0	457.0	138.0	316.0	1489.0
7/02/95	7.6	6.0	58.0	128.0	2021.0	605.0	505.0	103.0	300.0	1352.0

PROM.	7.7	5.3	24.8	61.2	1931.7	583.3	445.7	139.7	283.0	1622.0
MAX	7.9	7.3	58.0	144.0	2483.0	835.0	537.0	276.0	345.0	1920.0
MIN	7.3	2.8	3.0	4.0	1335.0	365.0	273.0	93.0	181.0	1350.0

**ESTACION DE MUESTREO No. 15 LA ARENA**

FECHA	PH	OD	DBO	DQO	COND.	DUREZA TOTAL	SULFATOS	ALCALI NIDAD	CLORUROS	SÓLIDOS TOTALES
18/12/95	8.0	9.1	6.0	9.0	3077.0	1150.0	875.0	340.0	394.0	3080.0
24/11/95	7.8	8.9	8.0	54.0	3084.0	1080.0	791.0	296.0	534.0	3085.0
18/09/95	7.9	6.3	1.0	12.0	3109.0	1140.0	834.0	350.0	386.0	3110.0
30/05/95	7.7	5.0	9.0	61.0	3222.0	1205.0	748.0	409.0	381.0	2297.0
3/04/95	7.9	3.9	28.0	50.0	3347.0	1115.0	833.0	414.0	540.0	2434.0
1/02/95	7.9	4.2	82.0	64.0	3164.0	1135.0	854.0	739.0	435.0	2342.0

PROM.	7.9	6.2	22.3	41.7	3167.2	1137.5	822.5	424.7	445.0	2724.7
MAX	8.0	9.1	82.0	64.0	3347.0	1205.0	875.0	739.0	540.0	3110.0
MIN	7.7	3.9	1.0	9.0	3077.0	1080.0	748.0	296.0	381.0	2297.0

**TABLA No.6 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS**

**ESTACION DE MUESTREO No. 16 LA TALAVERNA**

FECHA	PH	OD	DBO	DQO	COND.	DUREZA TOTAL	SULFATOS	ALCALI NIDAD	CLORUROS	SÓLIDOS TOTALES
18/12/95	7.3	0.0	437.0	1078.0	4564.0	1280.0	112.0	1760.0	315.0	4585.0
24/11/95	7.1	0.0	426.0	825.0	3668.0	1120.0	223.0	1248.0	296.0	3700.0
18/09/95	7.5	0.0	126.0	857.0	4133.0	1285.0	282.0	1479.0	337.0	4140.0
30/05/95	7.1	0.0	144.0	297.0	2602.0	1439.0	638.0	467.0	258.0	2006.0
3/04/95	7.9	0.0	376.0	663.0	3549.0	1250.0	500.0	383.0	272.0	2462.0
1/02/95	7.3	0.0	445.0	612.0	2969.0	1065.0	636.0	448.0	266.0	2127.0
PROM.	7.4	0.0	326.0	722.0	3580.8	1239.8	398.5	964.2	290.7	3170.0
MAX	7.9	0.0	445.0	1078.0	4564.0	1439.0	638.0	1760.0	337.0	4585.0
MIN	7.1	0.0	126.0	297.0	2602.0	1065.0	112.0	383.0	258.0	2006.0

**ESTACION DE MUESTREO No. 17 RIO LA SILLA**

FECHA	PH	OD	DBO	DQO	COND.	DUREZA TOTAL	SULFATOS	ALCALI NIDAD	CLORUROS	SÓLIDOS TOTALES
8/12/95	7.8	7.9	2.0	8.0	816.0	400.0	117.0	336.0	50.0	815.0
12/11/95	7.7	10.8	4.0	10.0	821.0	395.0	128.0	242.0	34.0	242.0
11/09/95	7.5	7.6	2.0	23.0	558.0	280.0	98.0	195.0	15.0	560.0
5/06/95	7.9	6.5	2.0	11.0	859.0	445.0	134.0	252.0	45.0	639.0
5/04/95	8.0	7.7	3.0	13.0	850.0	420.0	118.0	265.0	32.0	546.0
3/02/95	7.8	7.7	2.0	19.0	870.0	455.0	135.0	266.0	35.0	561.0
PROM.	7.8	8.0	2.5	14.0	795.7	399.2	121.7	259.3	35.2	560.5
MAX	8.0	10.8	4.0	23.0	870.0	455.0	135.0	336.0	50.0	815.0
MIN	7.5	6.5	2.0	8.0	558.0	280.0	98.0	195.0	15.0	242.0

**ESTACION DE MUESTREO No. 18 LAS ADJUNTAS**

FECHA	PH	OD	DBO	DQO	COND.	DUREZA TOTAL	SULFATOS	ALCALI NIDAD	CLORUROS	SÓLIDOS TOTALES
8/12/95	8.0	6.9	2.0	9.0	963.0	445.0	148.0	300.0	36.0	965.0
12/11/95	7.5	8.3	4.0	13.0	970.0	445.0	156.0	270.0	51.0	970.0
18/10/95	7.6	6.9	2.0	4.0	954.0	430.0	158.0	194.0	50.0	955.0
30/05/95	7.6	10.2	2.0	19.0	977.0	465.0	157.0	274.0	49.0	767.0
3/04/95	7.7	3.8	5.0	12.0	979.0	405.0	141.0	277.0	51.0	724.0
1/02/95	7.8	7.0	3.0	16.0	962.0	475.0	164.0	276.0	52.0	675.0
PROM	7.7	7.2	3.0	12.2	970.8	444.2	154.0	265.2	48.2	842.7
MAX	8.0	10.2	5.0	19.0	982.0	475.0	164.0	300.0	52.0	970.0
MIN	7.5	3.8	2.0	4.0	954.0	405.0	141.0	194.0	36.0	675.0

**TABLA No. 7**  
**PROMEDIO DE LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LAS 18 ESTACIONES DE MONITOREO**  
**UBICADAS EN LA CUENCA DEL RÍO SAN JUAN DURANTE 1995**

PARAMETRO	ESTACIÓN																		NORMA OFICIAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
PH	7.9	7.8	7.7	7.8	7.7	7.9	8.0	7.8	7.8	8.2	7.5	8.2	7.1	7.7	7.9	7.4	7.8	7.7	6.5 - 8.5
OD (mg/lit)	8.7	8.7	8.7	8.7	7.5	9.5	7.7	7.3	5.4	12.7	0.0	7.3	2.0	5.3	6.2	0.0	8.0	7.2	3.0
DBO (mg/lit)	3.0	2.2	2.4	4.1	2.5	1.8	7.4	23.3	32.3	13.3	144.8	93.3	280.8	24.8	22.3	326.0	2.5	3.0	4.0
DQO (mg/lit)	15.8	6.3	14.3	19.4	15.5	9.5	28.7	57.2	89.7	46.3	279.7	278.5	841.0	61.2	41.7	722.0	14.0	12.2	150.0
COND. (micro/cm)	471.1	343.2	414.8	585.8	710.5	659.7	2477.2	2233.7	2307.3	5356.8	1945.3	1424.7	2255.3	1931.7	3167.2	3580.0	795.7	970.8	2000.0
DUREZA (mg/lit)	239.0	196.2	228.3	358.7	286.6	276.3	584.2	582.5	614.2	1513.3	582.5	465.0	396.7	583.3	1137.5	1239.8	399.2	444.2	500.0
SULFATOS (mg/lit)	95.2	35.7	26.5	143.5	150.8	171.7	463.0	320.5	747.7	1338.8	291.2	285.0	513.3	445.7	822.5	398.5	121.7	154.0	400.0
ALCALINIDAD (mg/lit)	140.8	164.0	197.5	179.2	134.5	174.5	458.6	317.3	379.2	219.3	381.8	259.7	296.5	159.7	424.7	964.2	259.3	265.2	400.0
CLORUROS (mg/lit)	13.3	2.4	2.8	8.8	52.5	41.7	313.0	285.5	275.2	766.3	194.0	146.2	232.2	283.0	445.0	290.7	35.2	48.2	250.0
SOLIDOS (mg/lit)	409.5	284.7	341.5	605.2	613.8	543.8	2018.2	1893.3	1936.0	4823.3	1650.8	1302.3	2182.3	1622.0	2724.0	3170.0	560.5	842.7	1000.0

**TABLA No. 8 ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS**

**ESTACION DE MUESTREO**

**No. 1 LA BOCA**

FECHA	COLIFORMES	
	TOTAL	FECALES
6/12/95	11,000	
7/11/95	8,000	
24/08/95	2,300	800
2/06/95	14,000	700
3/04/95	13	13
1/02/95	80	2
<b>PROM.</b>	5,899	379
<b>MAX</b>	14,000	800
<b>MIN</b>	13	2

**ESTACION DE MUESTREO**

**No. 2 RIO RAMOS**

FECHA	COLIFORMES	
	TOTAL	FECALES
6/12/95	1,700	
7/11/95	110	
24/08/95	3,000	2,300
2/06/95	14,000	11,000
3/04/95	1,100	1,100
1/02/95	2,300	2,300
<b>PROM.</b>	3,702	4,175
<b>MAX</b>	14,000	11,000
<b>MIN</b>	110	1,100

**ESTACION DE MUESTREO**

**No. 3 RIO BLANQUILLO**

FECHA	COLIFORMES	
	TOTAL	FECALES
6/12/95	170	
7/11/95	20	
24/08/95	24,000	13,000
2/06/95	230	80
3/04/95	2,100	2,100
1/02/95	9,000	700
<b>PROM.</b>	5,920	3,970
<b>MAX</b>	24,000	13,000
<b>MIN</b>	20	80

**ESTACION DE MUESTREO**

**No. 4 RIO PILON**

FECHA	COLIFORMES	
	TOTAL	FECALES
6/12/95	170	
7/11/95	500	
24/08/95	1,700	40
2/06/95	110	14
3/04/95	2,700	400
1/02/95	3,000	400
<b>PROM.</b>	1,363	214
<b>MAX</b>	3,000	400
<b>MIN</b>	110	14

**TABLA No. 9 ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS**

**ESTACION DE MUESTREO  
No. 5 CADEREYTA**

FECHA	COLIFORMES	
	TOTAL	FECALES
8/12/95	800	
16/10/95	50,000	4,000
11/09/95	1,700	1,700
5/06/95	240	170
5/04/95	24,000	24,000
3/02/95	2,400	110

PROM.	13,190	5,996
MAX	50,000	24,000
MIN	240	110

**ESTACION DE MUESTREO  
No. 6 TEPEHUAJE**

FECHA	COLIFORMES	
	TOTAL	FECALES
8/12/95	13,000	
16/10/95	500	130
11/09/95	30,000	3,400
5/06/95	16,000	9,000
5/04/95	3,000	2,400
2/02/95	170	20

PROM.	10,445	2,990
MAX	30,000	9,000
MIN	170	20

**ESTACION DE MUESTREO  
No. 7 CHINA**

FECHA	COLIFORMES	
	TOTAL	FECALES
18/12/95	40	
24/11/95	400	
11/09/95	3,400	900
5/06/95	270	130
5/04/95	140	110
2/02/95	1,100	200

PROM.	892	335
MAX	3,400	900
MIN	40	110

**ESTACION DE MUESTREO  
No. 8 LOS ALDAMAS**

FECHA	COLIFORMES	
	TOTAL	FECALES
18/12/95	260	
24/11/95	2,400	
11/09/95	1,700	400
5/06/95	2,200	399
5/04/95	3,500	2,200
2/02/95	110	70

PROM.	1,695	767
MAX	3,500	2,200
MIN	110	70

**TABLA No. 10 ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS**

**ESTACION DE MUESTREO  
No. 9 LOS HERRERAS**

FECHA	COLIFORMES	
	TOTAL	FECALES
18/12/95	1,700,000	
24/11/95	8,000,000	
11/09/95	70,000	8,000
5/06/95	27,000	22,000
5/04/95	240,000	240,000
2/02/95	120	70

PROM.	1,672,853	67,518
MAX	8,000,000	240,000
MIN	120	70

**ESTACION DE MUESTREO  
No. 10 LOS RAMONES**

FECHA	COLIFORMES	
	TOTAL	FECALES
18/12/95	11,000	
24/11/95	7,000	
11/09/95	700	700
5/06/95	8,000	1,700
5/04/95	17,000	17,000
2/02/95	2,300	400

PROM.	7,667	4,950
MAX	17,000	17,000
MIN	700	400

**ESTACION DE MUESTREO  
No. 11 AYANCUAL**

FECHA	COLIFORMES	
	TOTAL	FECALES
18/12/95	2,700,000	
24/11/95	30,000,000	
11/09/95	13,000,000	8,000,000
5/06/95	1,700,000	357,803
5/04/95	8,000,000	8,000,000
2/02/95	50,000,000	1,100,000

PROM.	17,566,667	4,364,451
MAX	50,000,000	8,000,000
MIN	1,700,000	357,803

**ESTACION DE MUESTREO  
No. 12 TOPO CHICO**

FECHA	COLIFORMES	
	TOTAL	FECALES
19/12/95		
30/11/95	5,000,000	
18/09/95	2,000	2,000
30/05/95	80,000	80,000
3/04/95	50,000,000	11,000,000
7/02/95	80,000,000	8,000,000

PROM.	27,016,400	4,770,500
MAX	80,000,000	11,000,000
MIN	2,000	2,000

**TABLA No. 11 ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS**

**ESTACION DE MUESTREO  
No. 13 RIO PESQUERIA**

FECHA	COLIFORMES	
	TOTAL	FECALES
19/12/95		
30/11/95	500	
18/09/95	220,000,000	140,000,000
30/05/95	30,000,000	30,000,000
3/04/95	80,000,000	30,000,000
7/02/95	130,000,000	3,300,000

PROM.	92,000,100	50,825,000
MAX	220,000,000	140,000,000
MIN	500	3,300,000

**ESTACION DE MUESTREO  
No. 14 CIENEGA DE FLORES**

FECHA	COLIFORMES	
	TOTAL	FECALES
19/12/95		
30/11/95	4,000	
18/09/95		
30/05/95	16,000,000	16,000,000
3/04/95	1,700,000	800,000
7/02/95	8,000,000	700,000

PROM.	6,426,000	5,833,333
MAX	16,000,000	16,000,000
MIN	4,000	700,000

**ESTACION DE MUESTREO  
No. 15 LA ARENA**

FECHA	COLIFORMES	
	TOTAL	FECALES
18/12/95	17,000	
24/11/95	8,000	
18/09/95	300,000	300,000
30/05/95	110,000	80,000
3/04/95	3,000,000	3,000,000
1/02/95	3,300,000	2,100,000

PROM.	1,122,500	1,370,000
MAX	3,300,000	3,000,000
MIN	8,000	80,000

**ESTACION DE MUESTREO  
No. 16 LA TALAVERNA**

FECHA	COLIFORMES	
	TOTAL	FECALES
18/12/95	8,000,000	
24/11/95	9,000,000	
18/09/95	800,000	800,000
30/05/95	2,300,000	1,300,000
3/04/95	800,000	140,000
1/02/95	6,000,000	2,000,000

PROM.	4,483,333	1,060,000
MAX	9,000,000	2,000,000
MIN	800,000	140,000

**TABLA No. 12 ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS**

**ESTACION DE MUESTREO  
No. 17 RIO LA SILLA**

FECHA	COLIFORMES	
	TOTAL	FECALES
8/12/95	2,400	
12/11/95		
11/09/95	800,000	500,000
5/06/95	220,000	140,000
5/04/95	240,000	240,000
2/02/95	2,000	20

**ESTACION DE MUESTREO  
No. 18 LAS ADJUNTAS**

FECHA	COLIFORMES	
	TOTAL	FECALES
8/12/95	34,000	
12/11/95	30,000	11,000
16/10/95		
30/05/95	5,000	1,300
3/04/95	50,000	50,000
1/02/95	300	80

PROM.	252,880	220,005
MAX	800,000	500,000
MIN	2,000	20

PROM.	23,860	15,595
MAX	50,000	50,000
MIN	300	80

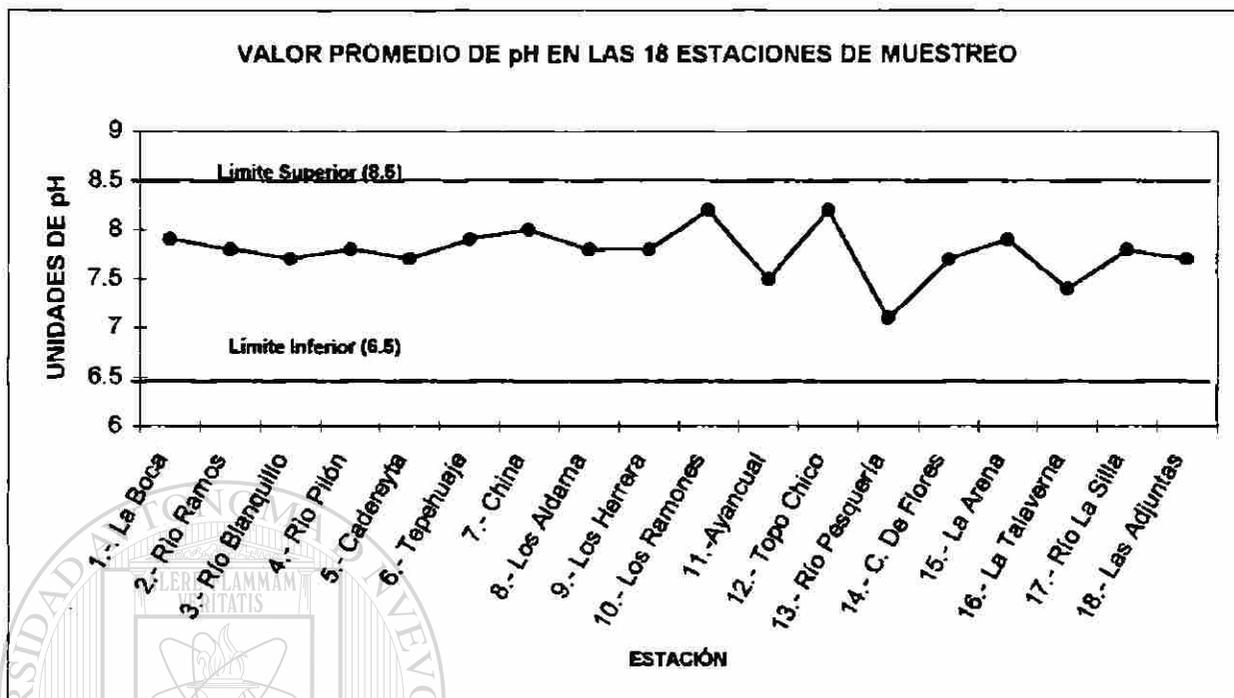
**TABLA No. 13**

<b>CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO DE MONTERREY Y NUEVO LEÓN</b>			
<b>AÑO</b>	<b>POBLACIÓN</b>		<b>% DE LA POBLACIÓN EN MONTERREY</b>
	<b>MONTERREY</b>	<b>NUEVO LEÓN</b>	
1846-1851	15000	137070	10.94
1857	13534	145779	9.28
1862-1866	14534	145000	10.02
1881	40000	210826	18.97
1895	45695	296673	15.40
1900	62266	327937	18.99
1910	78528	365150	21.51
1921	88479	336412	26.30
1930	132577	417491	31.76
1940	206152	541147	38.10
1950	375040	740191	50.67
1960	708399	1078848	65.66
1970	1246181	1694689	73.53
1980	1913075	2513044	76.13
1990	2213711	3098736	71.44
1995	2913684	3549273	82.09

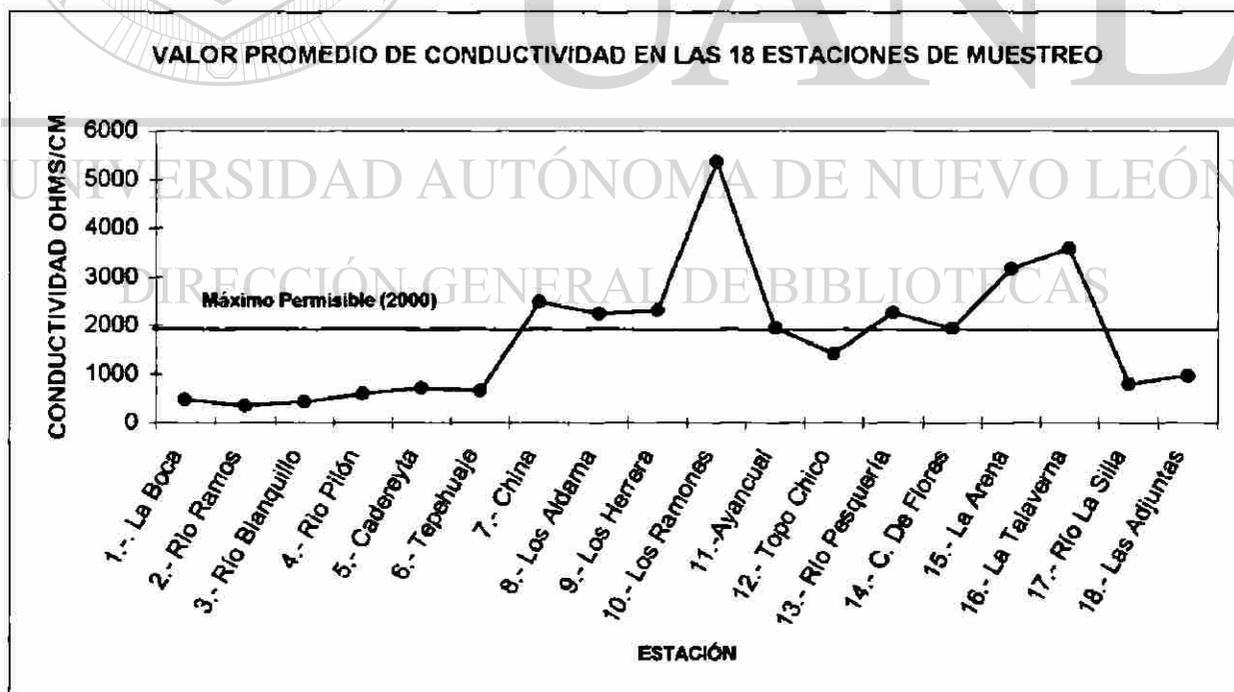
NOTA: A PARTIR DE 1940 SE CONSIDERA LA POBLACIÓN DEL AREA METROPOLITANA.

## **LISTA DE GRÁFICAS.**

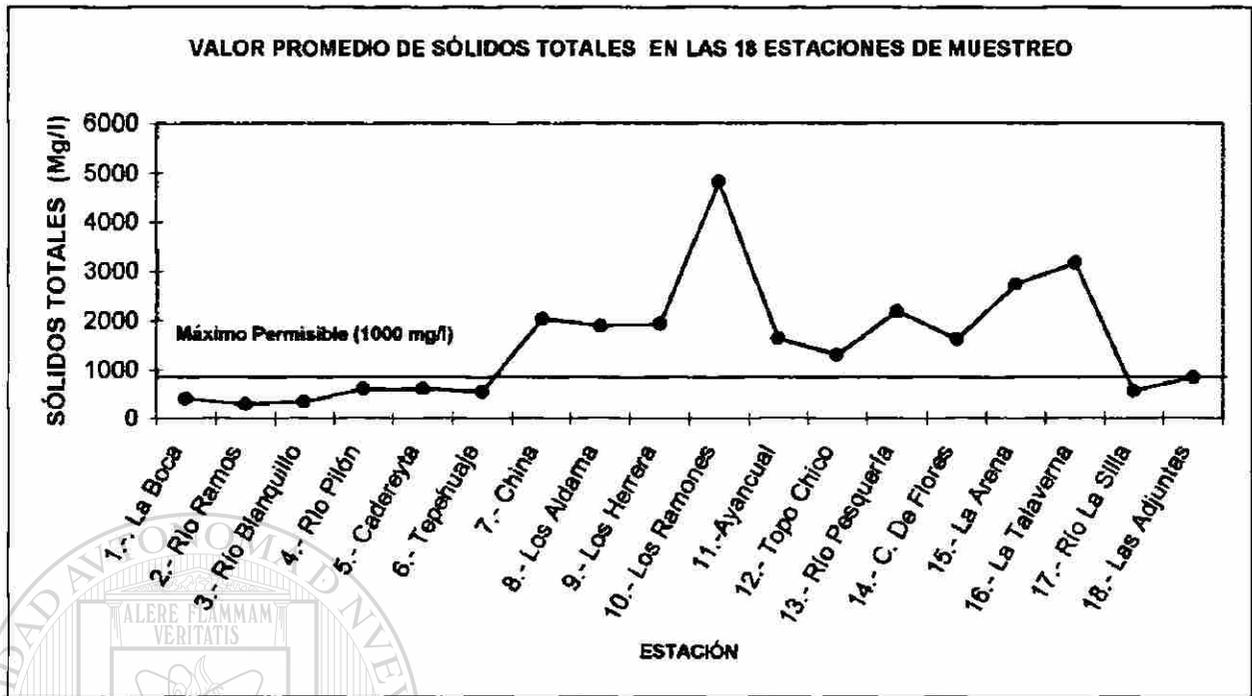
	<b>Página</b>
1- Valor Promedio de pH en las 18 Estaciones de Muestreo. ....	141
2- Valor Promedio de Conductividad en las 18 Estaciones de Muestreo. ....	141
3- Valor Promedio de Sólidos Totales en las 18 Estaciones de Muestreo. ....	142
4- Valor Promedio de Alcalinidad en las 18 Estaciones de Muestreo. ....	142
5- Valor Promedio de Cloruros en las 18 Estaciones de Muestreo. ....	143
6- Valor Promedio de Sulfatos en las 18 Estaciones de Muestreo. ....	143
7- Valor Promedio de Dureza en las 18 Estaciones de Muestreo. ....	144
8- Valor Promedio de Oxígeno Disuelto en las 18 Estaciones de Muestreo. ....	144
9- Valor Promedio de Demanda Bioquímica de Oxígeno en las 18 Estaciones de Muestreo. ....	145
10- Valor Promedio de Demanda Química de Oxígeno en las 18 Estaciones de Muestreo. ....	145
11- Coliformes Totales. ....	146
12- Porcentaje de la Población de Nuevo León en el Área Metropolitana de Monterrey. ....	147



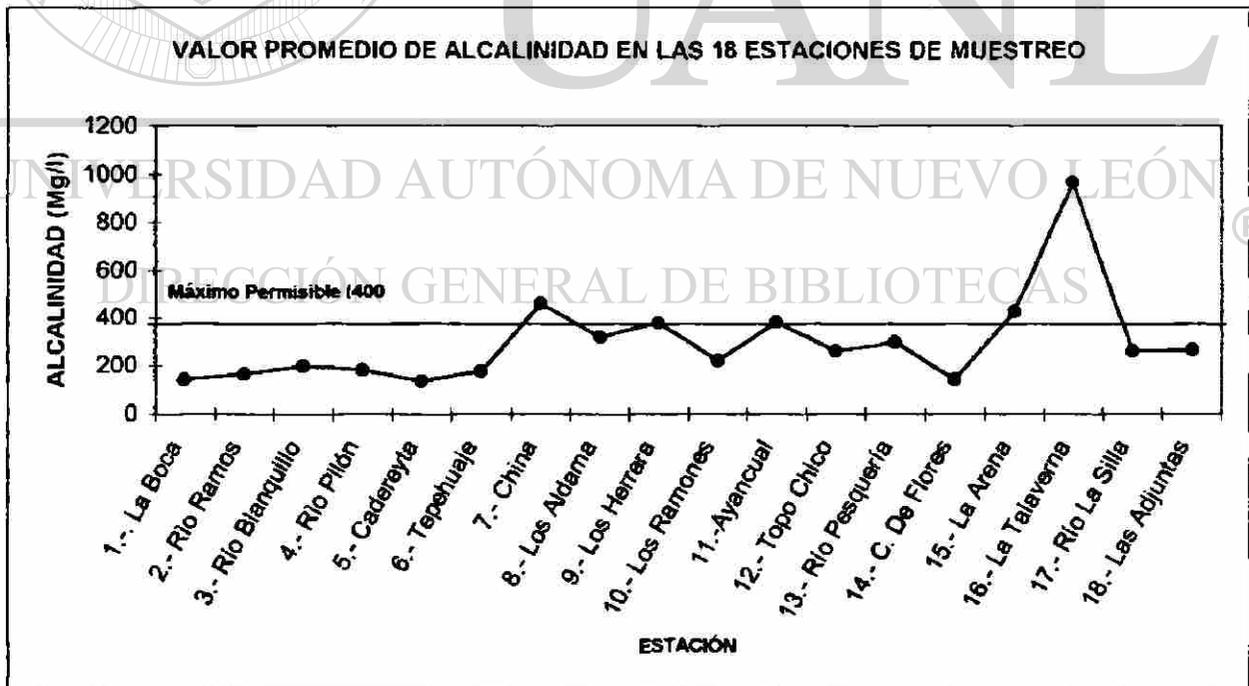
GRÁFICA 1



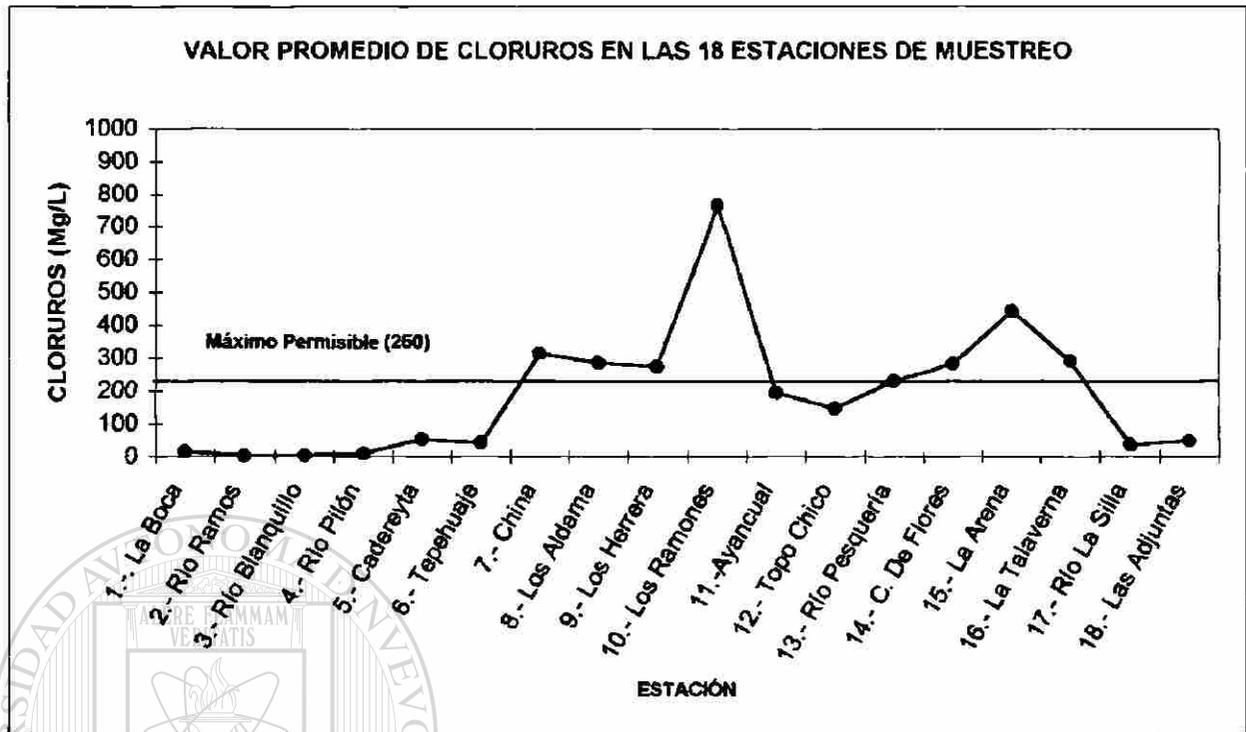
GRÁFICA 2



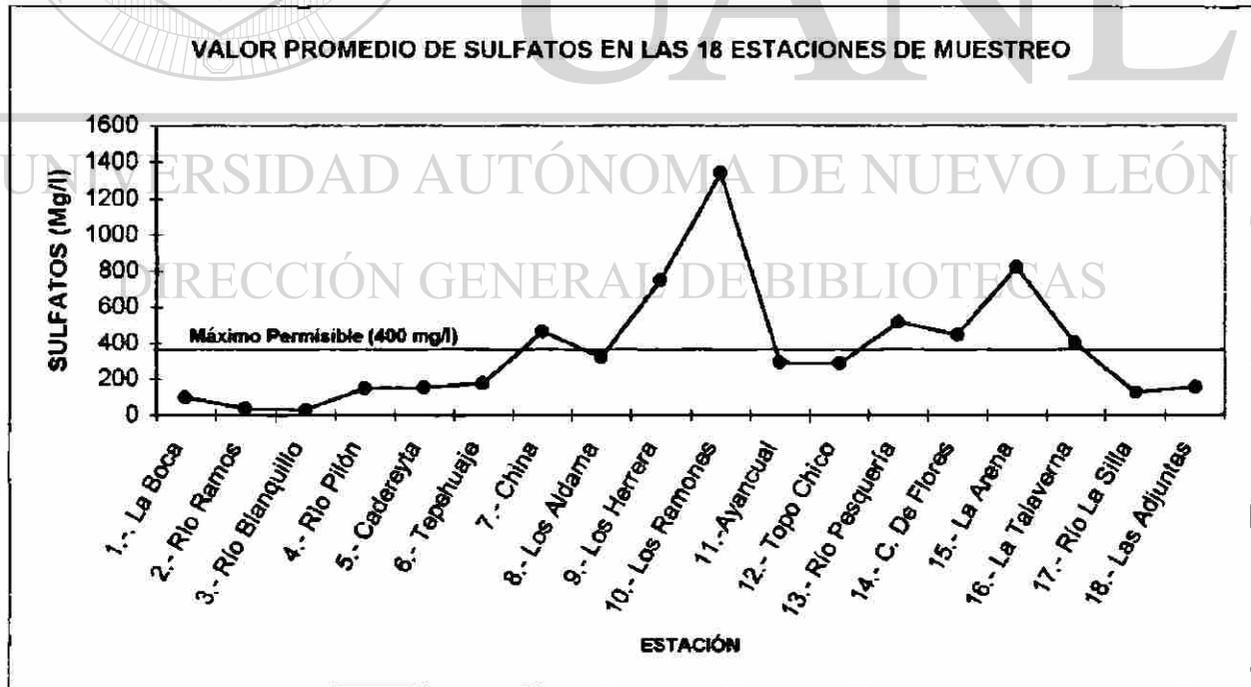
GRÁFICA 3



GRÁFICA 4



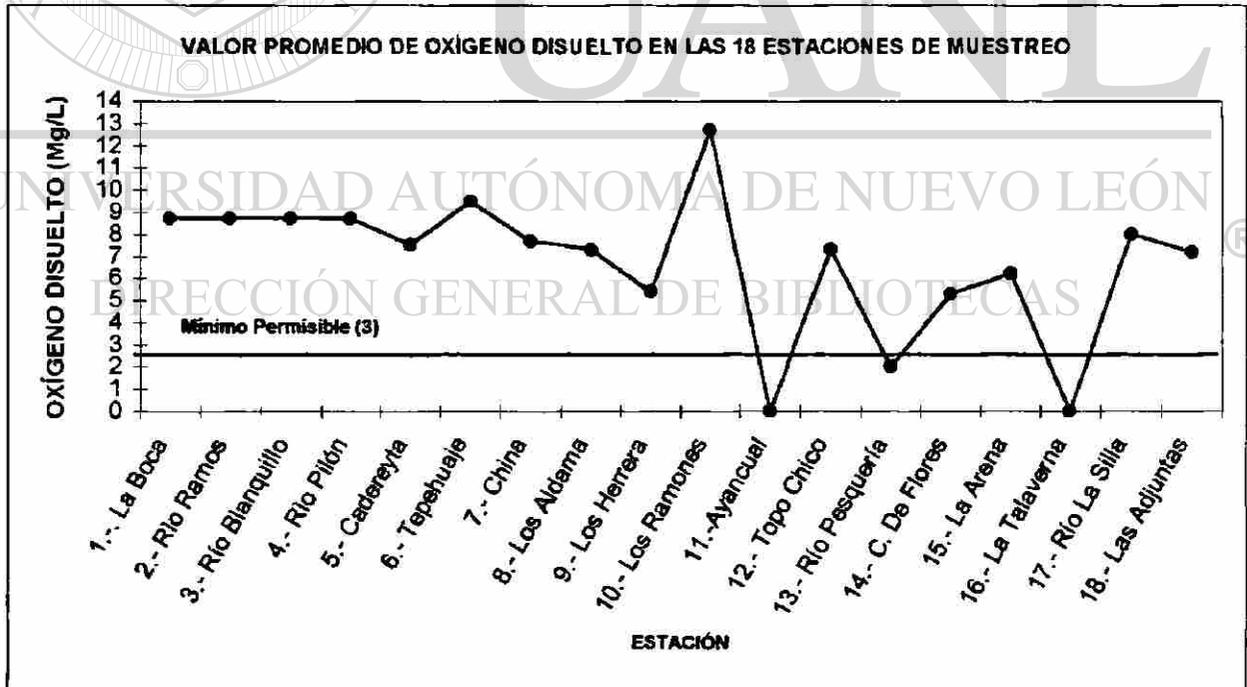
GRÁFICA 5



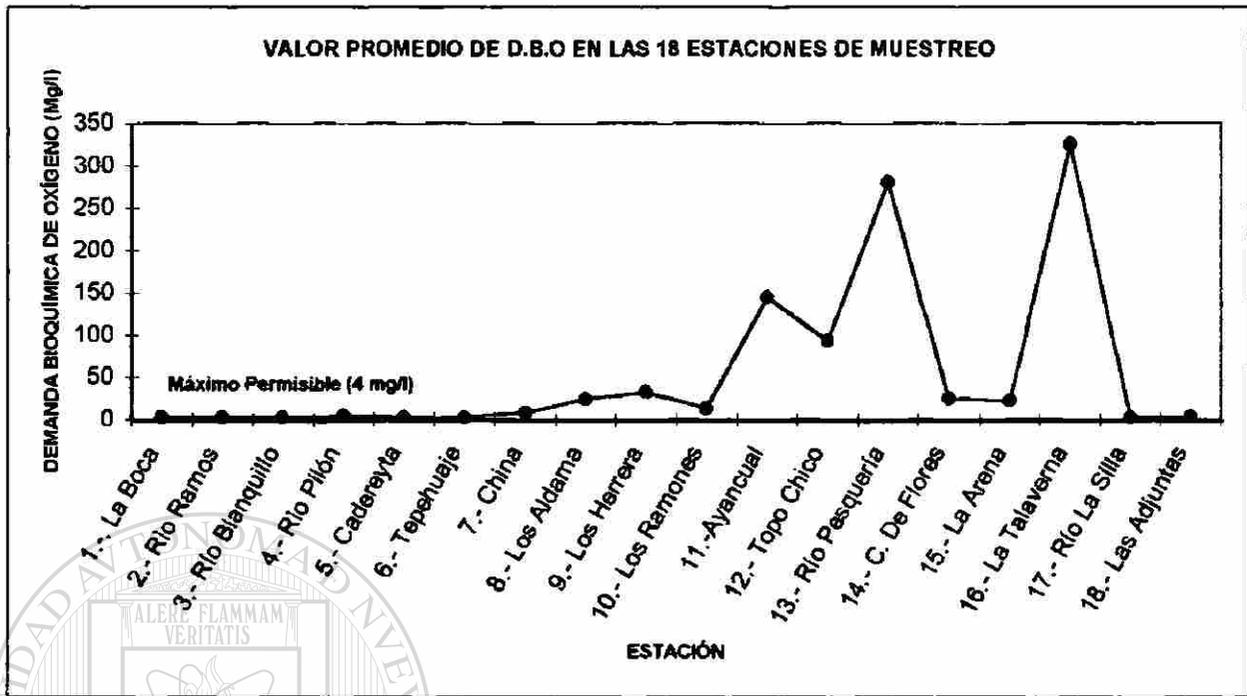
GRÁFICA 6



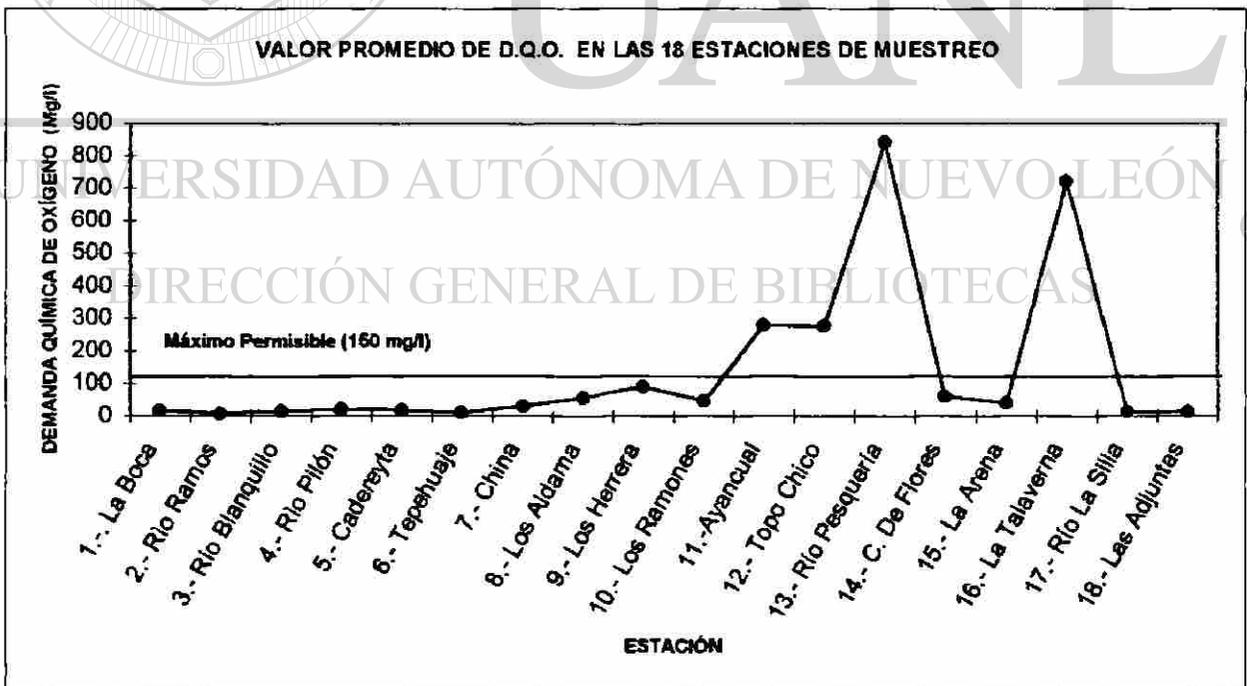
GRÁFICA 7



GRÁFICA 8

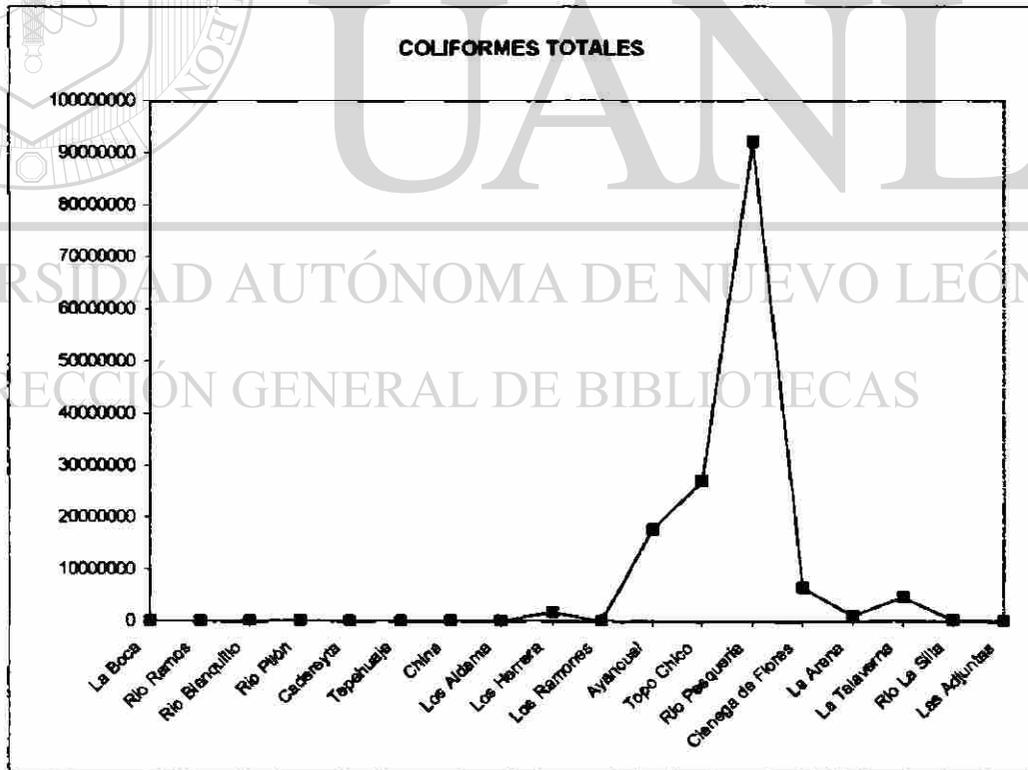


GRÁFICA 9



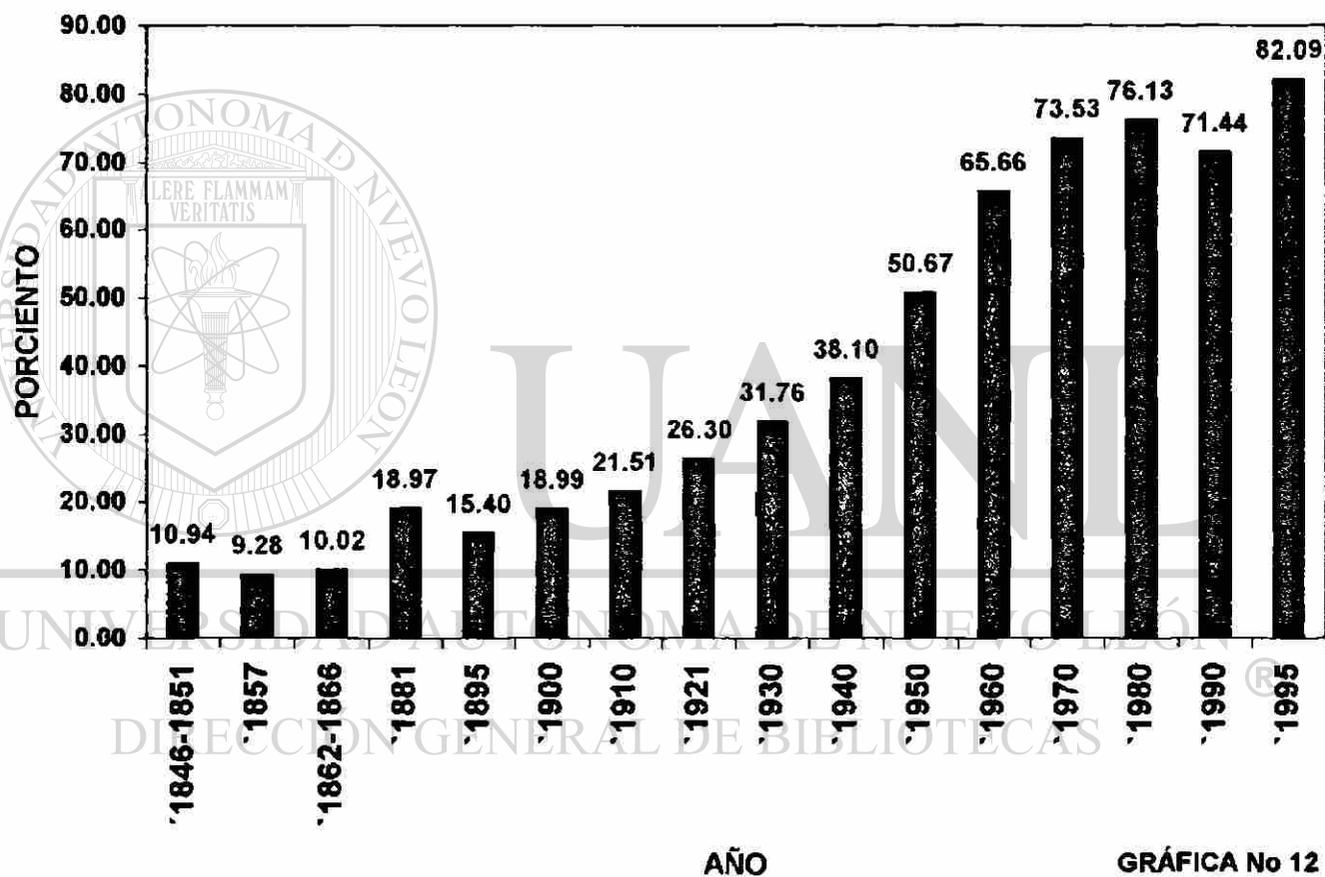
GRÁFICA 10

Estación	COLIFORMES
La Boca	5988
Rio Ramos	3702
Rio Blanquillo	5920
Rio Pilón	1363
Cadereyta	15740
Tepehuaje	10455
China	892
Los Aldama	1695
Los Herrera	1672853
Los Ramones	7667
Ayuncual	17566667
Topo Chico	27016400
Rio Pesqueria	92000100
Cienega de Flores	6426000
La Arena	1122500
La Talavera	4483333
Rio La Silla	252880
Las Adjuntas	23860



GRÁFICA 11

**PORCENTAJE DE LA POBLACIÓN DE NUEVO LEÓN EN EL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY**



GRÁFICA No 12

## **BIBLIOGRAFÍA:**

1. Aguirre, Jorge. 1973 *Lagunas de Estabilización*. - Oficina Sanitaria Panamericana. *Apuntes del Curso Intensivo " Tratamiento de los Residuos Líquidos, Domésticos e Industriales"*
2. Branco, Samuel M 1973 *Hidrobiología Aplicada a la Ingeniería Sanitaria*.
3. Bueno, José Luis, 1993 *Procedimiento de Medición de Pruebas de Laboratorio para el Control de la Operación de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales*.
4. Biosfera. Revista de la Asociación Mexicana contra la Contaminación Del Agua y del Aire. A.C.
5. Cardona, Patricia, Martínez de la Torre, Carlos, 1993. " *La Contaminación del Agua, Su Origen* " Syntex de México.
6. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. 1982. *Teoría, Diseño y Control de los Procesos de Clarificación del agua*.
7. Delegación de la SARH en el estado de Nuevo León, " *Aspectos Generales Sobre el Control de la Contaminación del Agua* "
8. Dpto. De Sanidad del Edo. De N.Y. 1994. *Manual de Tratamiento de Aguas Negras*. Editorial Limusa
9. Dpto. De Sanidad del Edo. De N.Y. 1995. *Manual de Tratamiento de Aguas Negras*. Editorial Limusa
10. Diario Oficial de la federación. 1993 *Concentraciones Máximas Permisibles y Sustancias Tóxicas en los Cuerpos Receptores*.
11. Eco, Umberto, 1997. *Como se hace una Tesis*. Editorial Gedisa

12. Enciclopedia Microsoft Encarta 98, 1993-1998 Microsoft Corporation.
13. Fernández C., David. 1973 Cribado y Desarenado. Oficina Sanitaria Panamericana. *Apuntes del Curso Intensivo " Tratamiento de los Residuos Líquidos, Domésticos e Industriales"*
14. Fonseca. 1980. *Manual de Aguas y Aguas de Desecho*. Vol. II 3a. Edición Subsecretaría de Planeación. Dirección general de Usos del Agua Prevención de la Contaminación.
15. Ford, L. Davis, 1973 *Caracterización de Los Desechos Industriales*. Apuntes del Curso Intensivo sobre Tratamientos de los Residuos Líquidos, Domésticos e Industriales.
16. Infante, José María, 1997. *Guía para el diseño de investigación*. Facultad de Filosofía y Letras - UANL: Ediciones de la Facultad de Filosofía y letra.
17. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Gerencia Estatal de la Comisión Nacional del Agua en Nuevo León. " *El agua y la Sociedad* "
18. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática; 1996, *Nuevo León Perfil Sociodemográfico, XI Censo General de Población y Vivienda*.
19. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática; *Estadísticas Históricas de México, Tomo I*
20. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática; 1960, *VII Censo General de Población*
21. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática; 1996, *Anuario Estadístico del Estado de Nuevo León*.

22. Izurieta, Edmundo.1972. Implicaciones Sanitarias, Económicas y Sociales de la Contaminación del Agua. ~ Oficina Sanitaria Panamericana. *Apuntes del Curso Intensivo " Tratamiento de los Residuos Líquidos, Domésticos e Industriales "*
  23. Izurieta, Edmundo.1972. Adsorción. ~ Oficina Sanitaria Panamericana. *Apuntes del Curso Intensivo " Tratamiento de los Residuos Líquidos, Domésticos e Industriales "*
  24. Kemmer, Frank N., y McCallion John. 1989. *Manual del Agua. Su naturaleza, tratamiento y aplicaciones.* Tomo I McGraw-Hill
  25. López Salinas, Pedro. 1973 Filtración por Arena. Oficina Sanitaria Panamericana. *Apuntes del Curso Intensivo " Tratamiento de los Residuos Líquidos, Domésticos e Industriales "*
  26. Martínez Hernández, Herminia. *Identificación de Bacterias Coliformes.* Apuntes del Congreso Sobre Hidrobiología Aplicada a la Ingeniería Sanitaria.
  27. Mendirichaga, Rodrigo, *Los cuatro tiempos de un pueblo, Nuevo León en la Historia*
- 
28. Merla Rodríguez, Gerardo, *Nuevo León, Geografía regional,* U.A.N.L.
  29. Metcalf, E. 1983 *Ingeniería Sanitaria. Tratamiento, Evacuación y reutilización de aguas Residuales.* Editorial Labor
  30. Prieto, Armando. 1973. ~ Conceptos Básicos Sobre las Características Químicas, Físicas y Biológicas del Agua Negra.~ Oficina Sanitaria Panamericana. *Apuntes del Curso Intensivo " Tratamiento de los Residuos Líquidos, Domésticos e Industriales "*
  31. Prieto, Armando.1973 Flotación y Sedimentación. Oficina Sanitaria Panamericana. *Apuntes del Curso Intensivo " Tratamiento de los Residuos Líquidos, Domésticos e Industriales "*

- 32 Ramírez Alcázar, Alejandro. 1996, *Caracterización de las Aguas Residuales*. Curso Intensivo Sobre la Operación de Plantas para el Tratamiento de Aguas Residuales.
- 33 Ramírez Alcázar, Alejandro. 1973, *Caracterización de los Desechos Industriales*. Curso Intensivo Sobre la Operación de Plantas para el Tratamiento de Aguas Residuales
- 34 Reglamento Federal para Aguas Potables en la República Mexicana.
- 35 SARH. 1968 *Plan Estatal Hidráulico*. Delegación Estatal en Nuevo León.
- 36 Secretaría de Educación Pública, 1996, *Nuevo León, Monografía Estatal*
- 37 Secretaría de Educación Pública, 1994, *Nuevo León, Geografía e Historia*.
- 38 Secretaría de Recursos Hidráulicos. 1980 " *Prioridades Para el Control de la Contaminación del Agua*.
- 39 Secretaría de Recursos Hidráulicos. " *Prevención y Control del la Contaminación*.
- 40 Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey. *El Agua una visión a Futuro*. Publicación de A y D.
- 41 Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey. *Plan Estatal de Agua Potable y Saneamiento*
42. Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey. *Revista Avances*. Publicación interna de A y D.
43. S/N. 1975 *Uso del Agua en la Industria Petrolera*. Subsecretaría de Planeación de la SARH. Mex. p.p. cap. II y III

44. Sociedad Mexicana de Aguas. 1996, *Curso Intensivo sobre la Operación de Plantas para el Tratamiento de aguas residuales.*
45. Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente. 1977. Editado por S.S.A. México
46. Torres López Enrique, Santoscoy Mario A., 1985 *La Historia del Agua en Monterrey desde 1577 hasta 1985.* Ediciones Castillo
47. Torres Morales. 1982. *Monitores Biológicos por Efectos Ambientales en las Especies Icticas del Río San Juan N.L.*
48. Turk, Amos., Wittes, J. 1973. *Ecología, Contaminación, Medio ambiente.* Interamericana
49. Verry. 1988. *Agua, su Calidad y su Tratamiento.* 1a Edición Unión Topográfica, Editorial Hispano Americana, Mex.
50. Villarreal González, Federico. 1997, *Proyecto Monterrey IV. Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey*
51. Wittes, Janet, Turk, J., 1984, *Tratado de Ecología,* 2da Edición, Editorial Interamericana.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

